



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 005 920 A1** 2004.08.19

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 005 920.9**

(22) Anmeldetag: **06.02.2004**

(43) Offenlegungstag: **19.08.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B04B 9/00**
B04B 7/00, B04B 5/08

(30) Unionspriorität:
10/360432 07.02.2003 US

(71) Anmelder:
Fleetguard, Inc., Nashville, Tenn., US

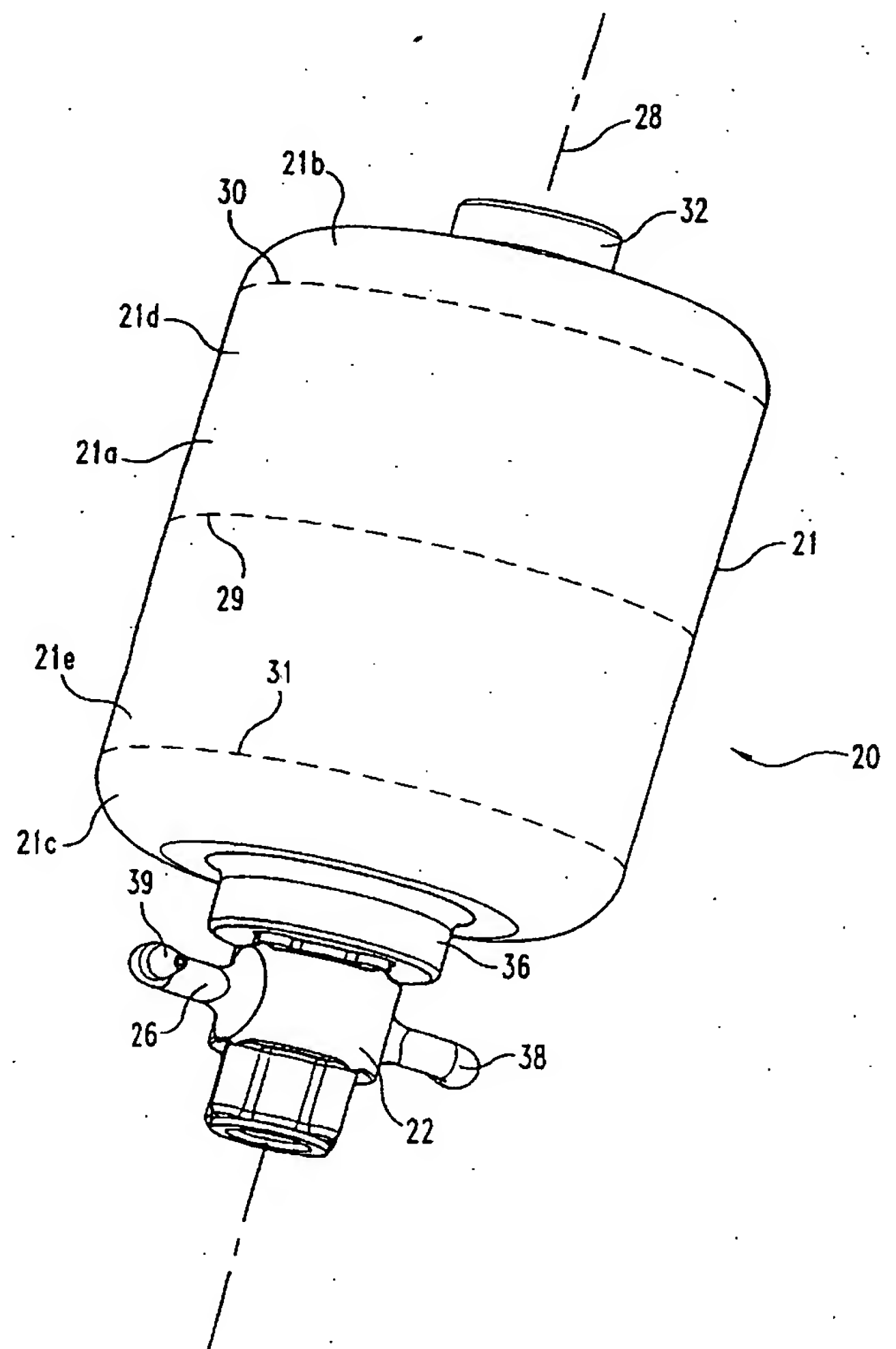
(74) Vertreter:
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
Rechtsanwälte, 81541 München**

(72) Erfinder:
**Amirkhanian, Hendrik N., Cookeville, Tenn., US;
South, Kevin C., Cookeville, Tenn., US; Herman,
Peter K., Cookeville, Tenn., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Zentrifuge mit separater Hero-Turbine**

(57) Zusammenfassung: Eine Rotorbaugruppe (20) zur Verwendung als Teil einer Zentrifuge zur Abtrennung partikelförmigen Materials aus einem Fluid umfasst eine Sammelkammer (21), welche eine Partikelabtrenneinrichtung beherbergt, sowie eine Antriebskammer (22) mit einer Hero-Turbine. Die Antriebskammer (22) ist mit der Sammelkammer (21) zusammenbaubar und von ihr trennbar. Die Passung zwischen der Antriebskammer (22) und der Sammelkammer (21) überträgt jede durch die Hero-Turbine hervorgerufene Drehbewegung der Antriebskammer (22) unmittelbar auf die Sammelkammer (21) zur Partikelabtrennung. Indem die Antriebskammer (22) von der Sammelkammer (21) trennbar ist, kann die Sammelkammer (21) mit dem in ihr angefallenen Schlamm entsorgt werden kann.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Zentrifugenkonstruktionen zum Abtrennen von partikelförmigem Gut aus einem zirkulierenden Fluid. Für die Erfindung geeignete Partikelabtrenneinrichtungen umfassen Spiralschaufel- und Kegelstapeltechnologien, um nur zwei Möglichkeiten zu nennen. Genauer betrifft die Erfindung den Einsatz einer Hero-Turbine als Teil des gesamten Antriebsmechanismus, der dazu benutzt wird, die Rotorbaugruppe der Zentrifuge in Drehung zu versetzen. Obwohl eine Kegelstapel- oder Spiralschaufelpartikelabtrenneinrichtung vorzugsweise innerhalb des Rotormantels als die bevorzugte Partikelabtrenneinrichtung angeordnet wird, ist die vorliegende Erfindung nicht durch die Art der ausgewählten Partikelabtrenneinrichtung beschränkt. Die Kegelstapel- und Spiralschaufelarten der Partikelabtrennung werden als zwei der wirksameren Anordnungen angesehen und werden zum Teil aus diesem Grund für das bevorzugte Ausführungsbeispiel gewählt.

Stand der Technik

[0002] Es ist ferner hilfreich, den Aufbau und die Funktion einiger der früheren Zentrifugenkonstruktionen zu verstehen, die eine Hero-Turbine im Zusammenwirken mit einer Partikelabtrenneinrichtung als Teil der Rotorkonstruktion aufweisen. Eine dieser früheren Zentrifugenkonstruktionen ist im US-Patent Nr. 5 637 217 offenbart, das am 10. Juni 1997 an Herman et. al. erteilt wurde. Auf dieses Patent, das die gesamte Zentrifugenkonstruktion und die Verwendung einer Kegelstapelunterbaugruppe als Teil dieser Zentrifugenkonstruktion lehrt und offenbart, wird hiermit ausdrücklich Bezug genommen. Das genannte Patent offenbart insbesondere eine Bypasskreis-Zentrifuge zum Abtrennen partikelförmigen Gutes aus einer zirkulierenden Flüssigkeit und umfasst eine hohle und allgemein zylindrische Zentrifugenschüssel, die zusammen mit einer Grundplatte angeordnet ist, um eine Flüssigkeitsströmungskammer festzulegen. Ein hohles Mittelrohr erstreckt sich axial aufwärts durch die Grundplatte in das hohle Innere der Zentrifugenschüssel. Die Bypasskreis-Zentrifuge ist so gestaltet, dass sie in einer Abdeckenanordnung eingebaut wird und es werden ein Paar entgegengesetzt angeordneter, tangentialer Strömungsdüsen in der Grundplatte dazu benutzt, die Zentrifuge innerhalb der Abdeckung zu drehen, um Partikel dazu zu veranlassen, sich aus der Flüssigkeit abzutrennen. Das Innere der Zentrifugenschüssel enthält mehrere Kegelstümpfe, die als Stapel angeordnet und eng voneinander beabstandet sind, um die Abtrennwirkung zu erhöhen. Der eintretende Flüssigkeitsstrom verlässt das Mittelrohr durch ein Paar Öleinlässe und wird von dort in den Kegelstapel geleitet. Bei einem Ausführungsbeispiel beschleunigt und richtet eine Deckplatte zusammen mit Rippen auf der Innenflä-

che der Zentrifugenschüssel diesen Strom in den oberen Bereich des Stapels. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Stapel als Teil einer als Einwegartikel ausgestalteten Unterbaugruppe ausgeführt. Bei jedem dieser Ausführungsbeispiele erfolgt eine Partikelabtrennung, wenn der Strom durch die zwischen benachbarten Kegeln erzeugten Kanäle fließt und weiter abwärts zu den tangentialen Strömungsdüsen strömt.

[0003] Ein weiteres Patent, das die Funktion einer früheren Zentrifugenkonstruktion beschreibt, ist das US-Patent Nr. 6 364 822, das am 2. April 2002 an Herman et. al. erteilt wurde. Auch auf dieses Patent wird hiermit ausdrücklich Bezug genommen. Insbesondere offenbart das vorgenannte Patent eine Kegelstapelzentrifuge zum Abtrennen partikelförmigen Materials aus einem zirkulierenden Fluid, die eine Rotorbaugruppe mit einer hohlen Rotornabe aufweist und dazu vorgesehen ist, durch Ausstoß des Fluids aus Düsen in der Rotorbaugruppe um eine Achse zu rotieren. Die Rotorbaugruppe ist auf einer Welle angeordnet, die an der Nabe einer Basis befestigt ist. Die Basis umfasst ferner einen Fluideinlass, einen mit dem Einlass verbundenen Durchlass in Fluidverbindung mit der Rotorbaugruppe, und einen Fluidauslass. Eine Lagerung ist zwischen der Rotornabe und der Welle zur drehenden Bewegung der Rotorbaugruppe um die Welle angeordnet. Die Basis umfasst des Weiteren eine Prall- bzw. Leitplatte zum Umlenken eines Wirbelstroms des Fluids aus der Basis heraus in einer radialen Richtung und hinein in den Fluideinlass.

[0004] In Kenntnis des Aufbaus, der Konstruktion und Funktion der Apparate der beiden vorgenannten Patente wurde erkannt, dass Verbesserungen als Teil der Ausführung eines komplett als Einwegartikel ausgeführten, gegossenen Kunststoffzentrifugenrotors möglich wären. Bei bisherigen Zentrifugenkonstruktionen, bei denen das behandelte Fluid dazu benutzt wird, dem Rotor eine Drehbewegung zu verleihen, wird typischerweise eine als Hero-Turbine bezeichnete Impulsturbine als Teil der Rotorkonstruktion verwendet. Selbst bei solchen Zentrifugenausführungen, bei denen ein zweites Fluid dazu verwendet wird, dem Rotor die Drehbewegung zu verleihen, kann immer noch eine Hero- oder Impulsturbine als Teil der Rotorkonstruktion verwendet werden. Wenn eine Impulsturbine in den gesamten Zentrifugenaufbau eingebaut wird, um den Rotor in Drehung zu versetzen, ist die Turbine typischerweise getrennt von der Sammelkammer ausgeführt. Ein Beispiel dieser Art von Impulsturbinenkonstruktion ist im US Patent Nr. 6 017 300 zu finden, das am 25. Januar 2000 an Herman erteilt wurde. Ein weiteres Beispiel dieser Art einer Impulsturbinenkonstruktion ist im US Patent Nr. 6 019 717 zu finden, das am 1. Februar 2000 an Herman erteilt wurde.

[0005] Bei Hero-Turbinenausführungen wird typischerweise die Turbine als Teil der Rotorkonstruktion vorgesehen. Die in den US Patenten 6 017 300 und

6 019 717 offenbarten Konstruktionen sind repräsentativ für diese Art von Aufbau. Zusätzlich kann das Einbeziehen der Turbine durch Gießen, Blechpressen und/oder durch (Spritz)Gießen von Kunststoff erreicht werden.

Aufgabenstellung

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Rotorbaugruppe für eine Zentrifuge bereitzustellen.

[0007] Im Bestreben den Aufbau von Hero-Turbinenzentrifugen zu verbessern, wurde im Rahmen der vorliegenden Erfindung alternativen Konstruktionskonzepten Beachtung geschenkt. Ein mit Zentrifugen, die eine Impulsturbine umfassen, assoziiertes Merkmal liegt in der Fähigkeit, das Rotorgehäuse zu entsorgen, sobald Schlamm sich angesammelt hat, ohne dass die Impulsturbine ausgewechselt oder ersetzt werden müsste. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wurde daran gedacht, dass bestimmte Konstruktionsvorteile realisiert werden könnten, wenn es einen Weg gäbe, die Hero-Turbine von dem Rest des Rotors zu trennen, wobei immer noch die Hero-Turbine dazu benutzt wird, der Rotoranordnung der Zentrifuge eine Drehbewegung zu verleihen.

[0008] Während der Untersuchung der Konstruktionsalternativen zum Trennen der Hero-Turbine vom Rest des Rotors wurden eine Reihe von erwarteten Vorteilen diskutiert. Zunächst ist es eine Kosteneinsparung, wenn die Turbine nicht jedes mal ersetzt wird, wenn der Rotor nach einer Schlammansammlung ausgetauscht wird. Dies bedeutet, dass weniger als Einwegartikel ausgeführtes Material bei jedem Rotorauswechselzyklus oder Wechselintervall vorhanden ist. Unter Berücksichtigung der Materialanforderungen für einige der aktuellen Rotorkonstruktionen, die eine Hero-Turbine beinhalten, wird geschätzt, dass der Benutzer (d.h. der Käufer) im Moment ungefähr 350 g Material bei jedem Rotorintervall (d.h. bei jedem Rotoraustausch) wegwirft. Durch Trennen der Hero-Turbine vom Rotor gemäß der vorliegenden Erfindung wird geschätzt, dass die nunmehr weggeworfene Materialmenge um ungefähr 100 g verringert werden kann.

[0009] Wie im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung erklärt und beschrieben werden wird, wird ein Teil des eintretenden Ölstroms dazu benutzt, die Hero-Turbine anzutreiben, und ein anderer Teil bewegt sich stromabwärts zu einem Strömungsauslass aus der Rotorwelle in das Rotormittelrohr. Die Strömung durch das Rotormittelrohr tritt in den Sammelkammerbereich des Rotors aus. Dieser spezielle Strömungsauslass ist gedrosselt, so dass der Druck in der Rotorsammelkammer vermindert ist. Wenn die Hero-Turbine Teil der Rotorsammelkammer ist, steht im Wesentlichen derselbe Fluidströmungsdruck, der die Hero-Turbine antreibt, im Innenraum der Rotorsammelkammer an. Durch Trennen der Hero-Turbine von der Rotorsammelkammer gemäß der vorliegen-

den Erfindung spürt die Sammelkammer des Rotors einen geringeren Druck. Dies erlaubt es, die Wandstärke der Sammelkammer zu verringern, was die bei jedem Rotorwartungsintervall zu entsorgende Materialmenge weiter vermindert. Die Möglichkeit, aufgrund des niedrigeren Drucks dünnere Wände für die Sammelkammer des Rotors vorzusehen, verringert darüber hinaus auch die Rotorkosten.

[0010] Ein weiterer Vorteil des Trennens der Hero-Turbine vom Rotor betrifft die Ausführung des gesamten Rotorgehäuses und die Konstruktionsmöglichkeiten angesichts des niedrigeren Drucks. Dieser Vorteil spiegelt sich in der Möglichkeit, das Rotorgehäuse aus zwei Abschnitten auszuführen, die durch Schraubeingriff miteinander verbunden werden. Diese besondere Konstruktionstechnik, die eine von mehreren ist, die für das Rotorgehäuse eingesetzt werden können, ermöglicht es dem Benutzer/Kunden, das Rotorgehäuse auseinanderzunehmen, die zwei Gehäuseabschnitte zu reinigen und sie wiederzuverwenden. Der Einsatz einer Auskleidung ermöglicht es, die Partikelabtrenneinrichtung in der Auskleidung zu entsorgen, nicht jedoch das äußere Rotorgehäuse. Dies verringert die Kosten des Rotors und vermindert die Materialmenge, die bei jedem Rotorwartungsintervall entsorgt werden muss.

[0011] Ein noch weiterer Vorteil, der sich durch das Trennen der Hero-Turbine vom Rotor ergibt, betrifft die Größe der Antriebskammer, die die Hero-Turbine beinhaltet, und die physische Trennung der Strömung in dieser Antriebskammer von der Strömung in der Sammelkammer. Jegliche Strömungsturbulenz, die in der Sammelkammer vorhanden ist, hat dann nämlich keinen Effekt auf die Strömung in der Antriebskammer. Ferner ergibt sich durch Auslegen der Größe der Antriebskammer auf ein vergleichsweise kleines Volumen verglichen mit der Sammelkammer eine geringere Möglichkeit der Entwicklung jeglicher Strömungsturbulenz innerhalb der Antriebskammer. All dies führt zur Minimierung wenn nicht gar Eliminierung jeglicher instabilen Strömungseigenschaften, die heutzutage in anderen Hero-Turbinenantriebskammern auftreten.

[0012] Schließlich betrifft ein weiterer Vorteil des Trennens der Hero-Turbine von der Rotorsammelkammer die Rotorlager und ihre genaue Anordnung. Bei der vorliegenden Erfindung sind die Rotorlager getrennt von der Sammelkammer des Rotors angeordnet. Dieser Konstruktionsansatz führt zu einer Verringerung der Menge an zu entsorgendem Material und zu einer Verringerung der Gesamtkosten. Änderungen an oder eine Entsorgung der Rotorsammelkammer erfordern keine Änderungen an den Lagern und kein Entsorgen der Lager.

[0013] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst eine Rotorbaugruppe zur Verwendung als Teil einer Zentrifuge zur Abtrennung von partikelförmigem Material aus einem Fluid, welches von der Zentrifuge behandelt wird, eine Sammelkammer, die zur Aufnahme einer Partikelab-

trenneinrichtung ausgelegt und angeordnet ist, wobei die Sammelkammer eine Strömungsöffnung festlegt, sowie ferner eine Antriebskammer, die eine Hero-Turbine beinhaltet und so ausgelegt und angeordnet ist, mit der Sammelkammer verbindbar und von der Sammelkammer trennbar zu sein, wobei die Antriebskammer einen hohlen Innenraum festlegt, der in Fluidverbindung mit der Strömungsöffnung der Sammelkammer steht.

Ausführungsbeispiel

[0014] Einzelheiten der vorliegenden Erfindung, die zum Erreichen dieser verschiedenen Vorteile beitragen, sind in der folgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen zusammen mit weiteren Zielen und Vorteilen der vorliegenden Erfindung genauer erläutert.

[0015] In den Figuren ist

[0016] **Fig. 1** eine räumliche Ansicht eines typischen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Rotorbaugruppe,

[0017] **Fig. 2** eine andere perspektivische Ansicht der Rotorbaugruppe aus **Fig. 1**,

[0018] **Fig. 3** eine Seitenansicht der Rotorbaugruppe aus **Fig. 1**,

[0019] **Fig. 4** eine gegenüber der **Fig. 3** um 90° gedrehte Seitenansicht der Rotorbaugruppe aus **Fig. 1**,

[0020] **Fig. 5** eine Draufsicht auf die Unterseite der Rotorbaugruppe aus **Fig. 1**,

[0021] **Fig. 6** der Schnitt 6-6 aus **Fig. 4**,

[0022] **Fig. 7** eine Explosionsdarstellung der Rotorbaugruppe aus **Fig. 1**,

[0023] **Fig. 8** eine Draufsicht auf die Unterseite einer Rotorsammelkammer als Teil der Rotorbaugruppe aus **Fig. 1**,

[0024] **Fig. 9** eine räumliche Ansicht einer Antriebskammer mit einer Hero-Turbine als Teil der Rotorbaugruppe aus **Fig. 1**,

[0025] **Fig. 10** eine räumliche Ansicht einer Zentrifugenanordnung, welche die Rotorbaugruppe aus **Fig. 1** beinhaltet,

[0026] **Fig. 11** ein Längsschnitt der Zentrifugenanordnung aus **Fig. 10**,

[0027] **Fig. 12** eine auseinandergezogene, räumliche Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels einer Antriebskammer gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0028] **Fig. 13** eine Draufsicht auf die Antriebskammer aus **Fig. 12**;

[0029] **Fig. 14** ein Schnitt durch die Antriebskammer aus **Fig. 12**,

[0030] **Fig. 15** ein anderer Schnitt der Antriebskammer aus **Fig. 12**,

[0031] **Fig. 16** eine auseinandergezogene, räumliche Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels einer Antriebskammer gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0032] **Fig. 17** eine auseinandergezogene, räumliche

Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels einer Antriebskammer gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0033] **Fig. 18** eine Draufsicht auf die Antriebskammer aus **Fig. 17**,

[0034] **Fig. 19** ein Schnitt durch die Antriebskammer aus **Fig. 17**,

[0035] **Fig. 20** ein anderer Schnitt durch die Antriebskammer aus **Fig. 17**,

[0036] **Fig. 21** eine auseinandergezogene, räumliche Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels einer Antriebskammer gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0037] **Fig. 22** eine, Draufsicht auf die Antriebskammer aus **Fig. 21**,

[0038] **Fig. 23** ein Schnitt durch die Antriebskammer aus **Fig. 21**,

[0039] **Fig. 24** ein anderer Schnitt durch die Antriebskammer aus **Fig. 21**,

[0040] **Fig. 25** eine auseinandergezogene, räumliche Darstellung der Antriebskammer aus **Fig. 21** in Kombination mit einem Rotorgehäuse zur Bildung einer Rotorbaugruppe,

[0041] **Fig. 26** eine auseinandergezogene, räumliche Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels einer Antriebskammer und Rotorgehäusekombination gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0042] **Fig. 27** eine auseinandergezogene, räumliche Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels einer Antriebskammer und Rotorgehäusekombination gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0043] **Fig. 28** ein Schnitt durch die komplettierte Baugruppe aus **Fig. 27**,

[0044] **Fig. 29** ein Schnitt durch einen Teil eines alternativen Rotorgehäuseaufbaus gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0045] **Fig. 30** ein Schnitt durch einen Teil des Rotorgehäuses aus **Fig. 29** in Kombination mit einer Antriebskammer,

[0046] **Fig. 31** ein Schnitt durch einen Teil eines erfindungsgemäßen Rotorgehäuses,

[0047] **Fig. 32** ein Schnitt durch einen Teil des Rotorgehäuses aus **Fig. 31** einschließlich einer oberen Nabe,

[0048] **Fig. 33** ein Schnitt durch einen Teil eines erfindungsgemäßen Rotorgehäuses,

[0049] **Fig. 34** ein Schnitt durch einen Teil des Rotorgehäuses aus **Fig. 33** mit einem in einer oberen Rotornabe angebrachten Stützpfeiler, und

[0050] **Fig. 35** ein Schnitt durch einen Teil einer alternativen erfindungsgemäßen Antriebskammer.

[0051] Zum Zwecke eines verbesserten Verständnisses der Grundlagen der Erfindung werden nun in den Figuren dargestellte Ausführungsbeispiele erläutert und es werden bestimmte Ausdrücke verwendet, um diese zu beschreiben. Es versteht sich jedoch, dass hierdurch keine Einschränkung des Schutzbereiches der Erfindung beabsichtigt ist, sondern dass Änderungen und Abwandlungen der dargestellten Ausführungsbeispiele und weitere Anwendungen der

Grundlagen der dargestellten und beschriebenen Erfindung mit abgedeckt sind, wie sie Fachleuten auf dem Gebiet der Erfindung ohne Weiteres offen stehen.

[0052] In den **Fig. 1** bis **7** ist eine Rotorbaugruppe **20** zur Verwendung in einer Zentrifuge (siehe **Fig. 10** und **11**) dargestellt, die zur Abtrennung von partikelförmigem Material aus einem Fluid, typischerweise Motoröl, vorgesehen ist, das durch die Zentrifuge strömt. Die vollständige Rotorbaugruppe umfasst in funktionsfähigem Zustand eine ausgewählte Partikelabtrenneinrichtung (nicht dargestellt), die innerhalb eines Rotorgehäuses **21** angeordnet ist, welches hier als Rotorsammelkammer **21** bezeichnet wird, bezugnehmend auf das "Sammeln" abgetrennten partikelförmigen Materials (d.h. Schlamm). Die bevorzugte Partikelabtrenneinrichtung im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung ist eine Kegelstapel- oder Spiralschaufel-Unterbaugruppe, jedoch liegt das Hauptaugenmerk der vorliegenden Erfindung auf dem Drehantrieb (Hero-Turbine), der die Sammelkammer **21** in Drehung versetzt, so dass sie die für eine wirksame Partikelabtrennung erforderliche Drehzahl erreicht.

[0053] Wie aus den die gesamte Zentrifugenanordnung zeigenden **Fig. 10** und **11** ersichtlich, weist eine Zentrifuge **65** ein äußeres Gehäuse **66** auf, das die Rotorbaugruppe **20** umschließt und eine Ablassöffnung **67** für behandeltes, aus der Rotorbaugruppe austretendes Fluid umfasst. Die Rotorbaugruppe **20** wird typischerweise gestützt von und dreht sich um eine Rotorwelle **25**, die an einem Teil des äußeren Gehäuses oder, wie hier, an einer Basis **68** der Zentrifuge **65** befestigt ist. Diese spezielle Konstruktion ist auch in den eingangs genannten, Zentrifugen betreffenden Patenten offenbart.

[0054] Der Innenraum der Sammelkammer **21** enthält die Partikelabtrenneinrichtung und es gibt typischerweise ein Mittel- oder Zentralrohr **58**, das mit der Partikelabtrenneinrichtung zusammenwirkt, um eintretende Fluidströmung aufzunehmen und dann diesen Fluidstrom zur Partikelabtrenneinrichtung zum Behandeln und Abtrennen partikelförmigen Materials zu richten. Wie schon in den eingangs genannten Patenten beschrieben ist das Mittelrohr **58** allgemein konzentrisch zur Rotorwelle **25** angeordnet und die Rotorwelle **25** begrenzt einen Fluid- bzw. Ölstromdurchlass, der in das Mittelrohr **58** mündet. Eine zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung geeignete Wellen/Mittelrohr-Anordnung ist in **Fig. 11** dargestellt.

[0055] Erneut bezugnehmend auf die **Fig. 1** bis **7** und **11** sind die Hauptkomponenten der Rotorbaugruppe **20**, wobei die Partikelabtrenneinrichtung wie erwähnt hier weggelassen ist, zusätzlich zur Sammelkammer **21** eine Antriebskammer **22**, eine obere Lagerhülse **23**, eine untere Lagerhülse **24** und die Welle **25**. Wie aus der Darstellung in **Fig. 11** ersichtlich, ist die Welle **25** in der Basis **68** der gesamten Zentrifugenanordnung **65** verankert und weist eine

Strömungsöffnung **69** an ihrem oberen Ende auf, die in das Mittelrohr **58** mündet. Die Antriebskammer **22** ist zusammen mit einer Hero-Turbine **26** ausgeführt und angeordnet, die im Folgenden näher beschrieben wird.

[0056] Die Sammelkammer **21** ist ein ringförmiges Bauteil mit einem allgemein zylindrischen Körper **21a**, der an der Oberseite von einem gekrümmten Endbereich **21b** und an der Unterseite von einem gekrümmten Endbereich **21c** begrenzt ist. Die Sammelkammer **21** ist rotationssymmetrisch zu einer Mittelachse **28**, die zugleich die Drehachse für die Rotorbaugruppe **20** bildet. Verschiedene Fabrikationstechniken stehen zur Verfügung, um die Sammelkammer **21** herzustellen, einschließlich der bevorzugten Technik des Formens einer oberen Hälfte **21d** und einer unteren Hälfte **21e**, die anschließend mittels Ultraschall zu der geschlossenen, einstückigen Sammelkammer **21** verschweißt werden, wie sie in den **Fig. 1** bis **8** und **11** dargestellt ist. Die Trennlinie **29** gibt dabei die Lage der Verbindungslinie für die geformten Hälften **21d** und **21e** an. Aus Sicht der Formgröße und der Kosten sowie unter Berücksichtigung der folgenden Zusammenbauschritte wird das Formen der zwei Hälften als bevorzugte Herstellungstechnik angesehen. Das bevorzugte Material für die Sammelkammer **21** ist Kunststoff. Durch Vermindern des im Innenraum vorhandenen Fluiddruckes, worauf noch näher eingegangen werden wird, kann die Wanddicke der Sammelkammer **21** entsprechend vermindert werden, was Kostenersparnisse bewirkt und zu weniger Material führt, welches bei jedem Rotorwechsel entsorgt werden muss.

[0057] Eine andere geeignete Herstellungsweise zum Verbinden der geformten Teile (Hälften) in eine Sammelkammer **21** besteht in der Verwendung des EMABOND®-Verfahrens, welches Induktionsschweißen umfasst. Eine weitere Alternative besteht darin, die zwei Hälften **21d** und **21e** mit passenden Gewinden an ihren einander zugewandten Enden auszubilden und dann die beiden Hälften durch Zusammenschrauben miteinander zu verbinden. Eine noch weitere Alternative besteht darin, anfangs drei Teile allgemein entlang der in **Fig. 1** gestrichelt wiedergegebenen Linien **30** und **31** zu formen, die schematisch die Grenzen zwischen dem zylindrischen Körper **21a** und den Endbereichen **21b** bzw. **21c** wiedergeben. Die Verbindung dieser drei Teile kann ebenso durch eine der drei zuvor beschriebenen Techniken erfolgen.

[0058] Unabhängig von der speziellen Herstellungsmethode, die zur Erzeugung der einstückigen Sammelkammer **21** ausgewählt wurde, legt der obere Endbereich **21b** eine Stützsnabe **32** fest, die zum Aufnehmen eines Lagers **27** (vorzugsweise eines Kugellagers) und eines Stützpfeilers **70** (siehe **Fig. 11**) zum Erleichtern der hochdrehzahligen Rotation der Rotorbaugruppe **20** in der Zentrifuge **65** ausgeführt und angeordnet ist. Die Stützsnabe **32** ist an einem Ende geschlossen und ist mit einer Reihe von acht

axial verlaufenden, gleichmäßig voneinander beabstandeten erhabenen Rippen 33 ausgeführt. Jede erhabene Rippe 33 erstreckt sich radial einwärts über eine Distanz von ungefähr 0,81 mm (0,032 inch).

[0059] Durch Bemessen der Stütznahe 32 (ohne die Rippen 33) im Sinne einer leichten Presspassung mit dem Lager 27 bewirkt das Einführen des Lagers in die Nabe 32 ein "Zerquetschen" der oberen Bereiche der Rippen 33, wenn diese Rippenbereiche in Kontakt mit dem Lager geraten. Aufgrund dieses Zerquetschens der geformten Kunststoffrippen 33 können diese Rippen als "Quetschrippen" bezeichnet werden. Die Wirkung dieser Quetschung besteht in einem zusätzlichen Maß an Formschluss zwischen dem Lager 27 und der Nabe 32 und somit in einer gesteigerten Sicherheit, dass das Lager in seiner Position gehalten wird. Ein Paar gegenüberliegend angeordneter geformter Anschläge kann als Teil der Nabe 32 ausgeführt sein, um die axiale Eindringtiefe des Lagers in die Nabe 32 zu begrenzen.

[0060] Der untere Endbereich 21c legt eine hohle Nabe 36 fest, deren Kontur so geformt ist, dass sie eine passende (konvexe) gerippte Außenfläche der Antriebskammer 22 im Sinne einer schlupffreien Gleitpassung zwischen der Antriebskammer 22 und der Sammelkammer 21 sicher aufnimmt. Aufgrund dieser sicheren Passung wird jegliche von der Hero-Turbine 26 erzeugte Drehung der Antriebskammer 22 um die Mittelachse 28 präzise, d.h. ohne Schlupf, in eine Drehung der Sammelkammer 21 umgesetzt.

[0061] Eine innere Öffnung 37 der Antriebskammer 22, die konzentrisch zur Mittelachse 28 ist, nimmt die obere Lagerhülse 23 bzw. die untere Lagerhülse 24 auf. Die innere Öffnung 37, die im Wesentlichen zylindrisch ist, nimmt auch die Welle 25 auf, wie in Fig. 11 dargestellt. Die Welle 25, die von jedem der Lager 23 und 24 aufgenommen ist, ist hohl und stellt einen Ölstrom in die innere Öffnung 37 und in die Sammelkammer 21 bereit. Wie dargestellt umfasst die Antriebskammer 22 (siehe auch Fig. 9) ein Paar Strömungsdüsen 38 und 39, von denen jede einen offenen Kanal 38a bzw. 39a festlegt, die sich in Strömungsverbindung mit der inneren Öffnung 37 befinden. Jede "Strömungs- oder Stahldüse" umfasst einen mit dem Körper der Antriebskammer 22 verbundenen rohrförmigen Abschnitt und eine sich verjüngende Düsen Spitze, die den Strom ausstößt. Die Antriebskammer 22 und insbesondere die Strömungsdüsen 38 und 39 sind zum Erzeugen eines austretenden Strahles von Fluid (Öl) entlang eines Weges ausgeführt und angeordnet, der im Wesentlichen parallel zu einer Tangente an die zylindrische Außenfläche der Welle 25 ist. Der austretende Strahl von einer Düse 38 oder 39 ist 180° entgegengesetzt dem austretenden Strahl der anderen Düse 38 oder 39 gerichtet. Diese Düsen 38, 39 wirken zusammen zum Erzeugen einer Reaktionskraft, die die Antriebskammer 22 und damit die Sammelkammer 21 in Drehbewegung versetzt. Diese Düsenanordnung stellt die "Hero-Turbine" der vorliegenden Erfindung dar.

[0062] Unter Bezugnahme auf Fig. 8 ist eine Draufsicht der Unterseite der Sammelkammer 21 und ihrer integralen Nabe 36 gezeigt. Wie zuvor beschrieben ist das hohle Innere der Nabe 36 mit axial verlaufenden Nuten geformt. Insgesamt sind vier Nuten 42a bis 42d gleichmäßig jeweils 90° voneinander beabstandet vorhanden. Eine Wellenöffnung 43 ist eine zylindrische Öffnung, die in der Nabe 36 zentriert und konzentrisch zur Mittelachse 28 ist. Vier Ablassöffnungen 21f sind in einer unteren Wand 47 der Sammelkammer 21 benachbart der Außenwand des Mittelrohres 58 vorgesehen. Diese vier Ablassöffnungen 21f dienen dem Abfluss von Fluid (Öl) nach der Behandlung durch die ausgewählte Partikelabtrenneinrichtung, die in die Sammelkammer 21 eingebaut ist.

[0063] Unter Bezugnahme auf Fig. 9 ist eine räumliche Darstellung der Antriebskammer 22 von schräg oben wiedergegeben, die die Strömungsdüsen 38 und 39 und den Hauptkörper 44 zeigt, der mit drei axialen Abschnitten 44a, 44b und 44c ausgeführt und angeordnet ist. Der Abschnitt 44a nimmt die obere Lagerhülse 23 in einer zylindrischen Öffnung 45 auf und dieser Abschnitt 44a passt in die Nabe 36. Die vier axial verlaufenden, konvexen Rippen 46a bis 46d sind jeweils 90° voneinander beabstandet und so bemessen und geformt, dass sie in die Nuten 42a bis 42d passen. Dieser Formschluss zwischen Rippen und Nuten an vier ungefähr 90° voneinander beabstandeten Stellen sorgt für die schlupffreie Übertragung der Drehung der Antriebskammer 22 auf die Sammelkammer 21 mittels der Nabe 36. Diese gerippte Ausführung ist im Abschnitt 44c wiederholt. Der mittlere Abschnitt 44b ist nicht gerippt, sondern hat stattdessen eine zylindrische Oberfläche, abgesehen von der einstückigen Ausführung der Strömungsdüsen 38 und 39. Vier sich über die gesamte axiale Länge der Antriebskammer 22 erstreckende Fluid- bzw. Ölablassbohrungen 49a bis 49d sind vorhanden, wobei jeweils eine Bohrung in einer entsprechenden axialen Rippe der Rippen 46a bis 46d zentriert ist. Aufgrund der Tatsache, dass diese Ablassbohrungen 49a bis 49d sich über die volle axiale Höhe der Antriebskammer 22 erstrecken, erstrecken sie sich auch durch die zugehörigen axialen Rippen des Abschnitts 44c und sind darin zentriert.

[0064] Die obere Lagerhülse 23 hat einen radialen Flansch 50, der an eine obere Fläche 51 des Abschnitts 44a passt. Der Durchmesser des Flansches 50 reicht nicht dazu aus, die vier Ablassbohrungen 49a bis 49d oder die vier Ablassöffnungen 21f vollständig zu bedecken. Da die vier Ablassbohrungen und die vier Ablassöffnungen nicht von dem Flansch 50 abgesperrt werden, verbleibt ein Strömungsweg für den Abfluss von Fluid (Öl) nach der Behandlung durch die innerhalb der Sammelkammer 21 angeordnete Partikelabtrenneinrichtung. Dieser Abfluss tritt aus der Sammelkammer 21 durch die vier Ablassöffnungen 21f aus, die in Strömungsverbindung mit den Ablassbohrungen 49a bis 49d stehen und allgemein konzentrisch zu Letzteren angeordnet sind. Der aus-

tretende Strom passiert diese Ablassbohrungen und strömt zum unteren Abschnitt der Zentrifuge, wo eine Hauptablassöffnung 67 vorhanden ist.

[0065] Die Welle 25 ist hohl und begrenzt einen Fluidkanal 25a. Ein Paar gegenüberliegend angeordneter Fluidauslässe 55, die Teil der Welle 25 sind und in Fluidverbindung mit dem Kanal 25a stehen, richten den Hochdruck-Fluid- bzw. Ölstrom in den hohlen Innenraum der Antriebskammer 22 fluchtend mit den Kanälen 38a und 39a. Dieser Strom tritt aus der Antriebskammer 22 durch die Strömungsdüsen 38 und 39 aus, genauer durch die Kanäle 38a und 39a, und erzeugt dadurch Hochgeschwindigkeitsfluidstrahlen, die den Hero-Turbineneffekt erzeugen und dadurch die Drehung der Antriebskammer 22 um die Welle 25, welche zusammen mit dem umgebenden Zentrifugegehäuse 66 stationär bleibt. Die Antriebskammer 22 weist ein relativ geringes inneres Volumen auf, das getrennt und von jeglicher Fluidbewegung innerhalb der Sammelkammer isoliert ist, insbesondere von einer Drehbewegung. Dies erlaubt der vorliegenden Erfindung eine Konstruktion bereitzustellen, die praktisch jegliche instabile Strömungscharakteristik innerhalb der Antriebskammer 22 der Hero-Turbine beseitigt. Das Innenvolumen der Antriebskammer 22 ist nicht nur vergleichsweise klein bezogen auf das Innenvolumen der Sammelkammer 21, darüber hinaus nimmt die Welle 25 den größten Teil dieses Innenvolumens ein. Als Ergebnis strömt der aus den Fluidauslässen 55 austretende Strom unmittelbar zu den Kanälen 38a und 39a.

[0066] Da nicht das gesamte in die Welle 25 eintretende Fluid (Öl) von der Hero-Turbine benutzt wird, wird der Rest des eintretenden Stroms mittels der Welle 25 zum Innenraum der Sammelkammer 21 geleitet. Ein gedrosselter Strömungsauslass 69 wird durch die Welle 25 begrenzt und mündet unmittelbar in das Mittelrohr 58. Dieser Strom wird dann zur Behandlung durch die Partikelabtrenneinrichtung geleitet.

[0067] Es sei an dieser Stelle bemerkt, dass der Durchmesser des Auslasses 69 bewusst deutlich kleiner als der Durchmesser des Kanals 25a ausgeführt ist. Die Wirkung dieser besonderen Ausführung begrenzt den Durchfluss und reduziert den in die Sammelkammer 21 eintretenden Fluiddruck. Der zuvor verwendete Begriff des "gedrosselten Auslasses" 69 soll dazu dienen, das Verständnis der Funktion dieser Ausführung hinsichtlich des Auslasses 69 zu verbessern. Einer der Vorteile des niedrigeren Drucks liegt darin, die Sammelkammer 21 mit dünneren Wänden ausführen zu können. Ein weiterer Vorteil liegt darin, die Gefahr eines aufgrund hohen Drucks erfolgenden Versagens einer Dichtung in der Sammelkammer 21 zu reduzieren.

[0068] Zwar stellt die Rotorbaugruppe 20 das bevorzugte Ausführungsbeispiel dar, jedoch haben die Erfinder andere Merkmale und alternative Anordnungen gefunden, die als Teil einer Rotorbaugruppe verwendet werden können, welche eine außerhalb der

Rotorsammelkammer bzw. des Rotorgehäuses angeordnete Antriebskammer einer Hero-Turbine aufweist. Diese anderen Merkmale und alternativen Anordnungen sind in den Fig. 12 bis 36 wiedergegeben.

[0069] Bezugnehmend zunächst auf die Fig. 12 bis 16 sind drei Hauptmerkmale in Gestalt alternativer Anordnungen dargestellt. Es sei nochmals daran erinnert, dass die hohle Nabe 36 so geformt ist, dass sie eine passende (konvexe) gerippte Außenfläche am oberen Abschnitt 44a der Antriebskammer 22 im Sinne eines schlupffreien einsteckbaren Formschlusses sicher aufnimmt. Anstelle der geformten konvexen gerippten Außenfläche an dem oberen Abschnitt 44a kann entweder dieser Abschnitt oder alternativ die gesamte Antriebskammer 22 anders geformt werden. In den Fig. 12 bis 15 ist dieses anders geformte Äußere einer Antriebskammer 80 im Schnitt sechseckig geformt. In Fig. 16 ist dieses Äußere einer Antriebskammer 81 im Schnitt quadratisch geformt und hat insgesamt eine kubische Gestalt.

[0070] Unter erneuter Bezugnahme auf die Fig. 12 bis 15 hat die gesamte Antriebskammer 80, abgesehen von Hülsen 84 und 85 und Strömungsdüsen 86 und 87, im Horizontalschnitt eine hexagonale Gestalt. Es versteht sich, dass der Formschluss der Antriebskammer 80 in der unteren Nabe der Rotorbaugruppe besteht (nicht dargestellt). Der Hauptkörper 88 der Antriebskammer 80 weist eine obere Bohrung 89 zur Aufnahme der Hülse 84 und eine untere Bohrung 90 zur Aufnahme der Hülse 85 auf. Der Hauptkörper 88 begrenzt einen ersten Strömungskanal 91 benachbart einer "Ecke" der hexagonalen Form und einen gegenüberliegend angeordneten zweiten Strömungskanal 92 benachbart einer anderen "Ecke". Die Strömungskanäle 91 und 92 sind in Ausführung, Anordnung und Funktion ähnlich den Ablassbohrungen 49a bis 49d. Flansche der Hülsen 84 und 85 sperren weder den Kanal 90 noch den Kanal 92 ab. Es versteht sich, dass weitere Ablasskanäle in den Hauptkörper 88 integriert werden können.

[0071] Ein zweites alternatives Hauptmerkmal der vorliegenden Erfindung, welches in den Fig. 12 bis 15 dargestellt ist, umfasst die abnehmbare und einführbare Ausgestaltung der Strömungsdüsen 86 und 87 in den Hauptkörper 88. Die Explosionsdarstellung der Fig. 12 illustriert dieses Merkmal, wobei der Hauptkörper 88 eine erste Strömungsdüsenbohrung 95 zur Aufnahme eines Endes der Strömungsdüse 86 und eine gegenüberliegend angeordnete zweite Strömungsdüsenbohrung 96 zur Aufnahme eines Endes der Strömungsdüse 87 festlegt.

[0072] Jede Strömungsdüse 86 und 87 hat ein Strahlrohr 86a bzw. 87a und eine Kreisringdichtung 86b bzw. 87b. Die Kreisringdichtung 86b ist zum Abdichten der ringförmigen Grenzfläche zwischen dem Strahlrohr 86a und der Bohrung 95 ausgeführt und angeordnet, während die Kreisringdichtung 87b zum Abdichten der kreisringförmigen Grenzfläche zwischen dem Strahlrohr 87 und der Bohrung 96 ausgeführt und angeordnet ist. Der Hauptkörper 88 hat ei-

nen hohlen Innenraum, so dass aus der Rotorsammelkammer oder dem Rotorgehäuse abfließendes Fluid von den Strömungsdüsen **86** und **87** zur Erzeugung der Hero-Turbinenwirkung benutzt werden kann, die wiederum die Rotorbaugruppe in schnelle Drehung versetzt. Um eine maximale Ausnutzung des aus der Sammelkammer in die Antriebskammer **80** abfließenden Fluides zu erreichen, ist es wichtig, die kreisringförmigen Grenzflächen um die Strahlrohre **86a** und **87a** abzudichten, so dass kein Fluid an diesen Stellen herausleckt. Die Abdichtung an diesen Grenzflächen findet mittels der Kreisringdichtungen **86b** und **87b** statt.

[0073] Zusätzlich zum Abwandeln des einstückigen Aufbaus der Antriebskammer, wie bei der Antriebskammer **22**, durch Ausführen der Strömungsdüsen **86** und **87** als separate und einsetzbare Bauteile versteht es sich, dass der radiale Abstand von der Drehachse (Mittelachse **28**) zur äußeren Spitze jeder Strömungsdüse unterschiedlich sein kann. Mit anderen Worten, der Hebelarm jeder Strömungsdüse kann durch Ändern der Länge der Strömungsdüse zur Erreichung eines variablen Drehmomentes variabel ausgeführt sein. Längere Strömungsdüsen werden in der Regel für größere Rotorbaugruppen gewählt werden.

[0074] Bezugnehmend auf **Fig. 16** versteht es sich, dass die in **Fig. 16** dargestellte Antriebskammer **81** praktisch identisch mit der Antriebskammer **80** ist, abgesehen davon, dass die hexagonale Gestalt des Hauptkörpers **88** im Schnitt in eine quadratische Gestalt (im Schnitt) des Hauptkörpers **99** geändert worden ist, der deshalb eine mehr kubische Gestalt oder Form annimmt.

[0075] Alle anderen Teile, Merkmale und Strukturen der Antriebskammer **81** sind nahezu dieselben wie bei der Antriebskammer **80**. Dies trifft auf die Hülsen **84** und **85**, die Strömungsdüsen **86** und **87**, die Bohrungen **89** und **90**, sowie die Strömungsdüsenbohrungen **95** und **96** zu. Die Strömungsdüsen **86** und **87** bleiben separate, einsteckbare Bauteile mit einer Länge (Drehmomentarmabstand), die abhängig von der Größe der Rotorbaugruppe variiert werden kann.

[0076] Es versteht sich, dass jegliche für die Antriebskammer oder zumindest für den Hauptkörperbereich gewählte horizontale Querschnittsform eine passende Form in der unteren Nabe der Rotorsammelkammer erfordert, vorausgesetzt dass kein anderes Merkmal oder keine andere Form vorhanden ist, um die Antriebskammer und die Sammelkammer oder das Rotorgehäuse zusammenzupassen. Was schlussendlich benötigt wird ist eine unmittelbare Antriebsbeziehung oder eine Zuordnung derart, dass die der Antriebskammer mittels der Strömungsdüsen verliehene Drehung 1 : 1 in eine Drehung der Sammelkammer bzw. des Rotorgehäuses umgesetzt wird. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung resultiert die konturierte oder gerippte Form des oberen Abschnitts **44a** in der komplementären und "passenden" Form der unteren Nabe **36**, wie in den **Fig. 7** bis

9 dargestellt. Der Einsatz zusammenpassender Formen erlaubt es, die Antriebskammer mit Formschluss in die untere Nabe der Rotorsammelkammer einzusetzen. Wenn die gerippte Form des oberen Abschnitts **44a** in entweder die hexagonale Gestalt des Hauptkörpers **80** oder die quadratische Gestalt des Hauptkörpers **99** geändert wird, muss die damit zusammenwirkende untere Nabe der Sammelkammer (Rotorgehäuse) in ähnlicher Weise geändert werden, z.B. in hexagonal oder quadratisch. Es ist essentiell, dass der Hauptkörper und die untere Nabe einander so zugeordnet sind, dass zwischen diesen beiden Bauteilen kein Schlupf bzw. keine Relativbewegung auftritt. Auf diese Weise wird jegliche in der Antriebskammer erzeugte Antriebsdrehbewegung auf die Sammelkammer übertragen. Dies ist der Schlüssel zum Ermöglichen eines größeren Bereiches an Formen.

[0077] Andere Zuordnungskonzepte sind gemäß der vorliegenden Erfindung ebenso möglich, einschließlich der zunächst in den **Fig. 17** bis **20** und dann in den **Fig. 21** bis **25** dargestellten. Bezugnehmend zunächst auf die **Fig. 17** bis **20** ist eine Antriebskammer **102** abgesehen von zwei Unterschieden ähnlich den Antriebskammern **80** und **81** ausgeführt und angeordnet. Als erster Unterschied ist anstelle der hexagonalen Gestalt der Antriebskammer **80** und der quadratischen Gestalt der Antriebskammer **81** die Antriebskammer **102** allgemein zylindrisch und hat einen im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt, abgesehen von den teilzylindrischen Ausnehmungen **103** und **104** im Körper **105**. Hülsen **106** und **107** sowie Strömungsdüsen **108** und **109** sind praktisch genauso wie die Hülsen **84** und **85** und die Strömungsdüsen **86** und **87** ausgeführt und angeordnet.

[0078] Die vollständig zylindrische Gestalt des Körpers **105** axial unterhalb der beiden Ausnehmungen **103** und **104** begrenzt ein Paar Ablasskanäle **112** und **113**, von denen jeder in der Bodenfläche der zugehörigen Ausnehmung **103** bzw. **104** mündet. Die Bodenfläche jeder Ausnehmung **103**, **104** ist axial geringfügig über dem oberen Rand jeder Strömungsdüsenbohrung **114** und **115** angeordnet.

[0079] Wie sich unter anderem aus **Fig. 25** und aus den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ergibt, beinhaltet das Zusammenwirken des Rotors mit der Antriebskammer, z.B. der Antriebskammer **102**, eine wie auch immer geartete Verkeilung. Ob gerippt, hexagonal, quadratisch oder eine andere Form, wichtig ist, dass das Rotorgehäuse und die Antriebskammer einfach zusammengebaut werden können und dass, wenn die Antriebskammer aufgrund der aus den Strömungsdüsen austretenden Hochgeschwindigkeitsströmung rotiert, das Rotorgehäuse mit entsprechender Geschwindigkeit rotiert, und zwar ohne Schlupf und ohne eine Relativbewegung zwischen der Antriebskammer und dem Rotorgehäuse.

[0080] Im Fall der Antriebskammer **102** weist das

zugehörige Rotorgehäuse 116 (siehe Fig. 25) ein Paar teilzylindrischer Rippen 118 und 119 auf, die axial entlang der Außenfläche 120 der Rotornabe 121 verlaufen. Die Rippen 118 und 119 wirken als Keile für den erforderlichen Formschluss zwischen dem Rotorgehäuse 116 und der Antriebskammer 102. Dieser Formschluss wird durch Einführen der Keile 118 und 119 in Aussparungen 103 bzw. 104 erreicht. Zwar ist das in Fig. 25 dargestellte Rotorgehäuse 116 als Teil einer Anordnung wiedergegeben, die eine Antriebskammer 122 umfasst (siehe Fig. 21 bis 24), jedoch sind die Rippen oder Keile 118 und 119 so ausgeführt und angeordnet, dass sie formschlüssig in die Aussparungen 103 und 104 oder in die Aussparungen 123 und 124 passen. Die Keile 118 und 119 legen jeweils einen entsprechenden zentrierten (d.h. konzentrischen) Ablasskanal 118a bzw. 119a fest, die mit dem Ablasskanal 112 bzw. 113 fluchtet.

[0081] Bezugnehmend nunmehr auf die Fig. 21 bis 24 ist die Antriebskammer 122 praktisch identisch mit der Antriebskammer 102, abgesehen davon, dass die Aussparungen 123 und 124 sich über die volle axiale Länge des zylindrischen Körpers 125 erstrecken. Da sich die Aussparungen 123 und 124 über die gesamte Länge erstrecken, sind separate Ablasskanäle im Körper 125 nicht erforderlich.

[0082] Bezugnehmend nun auf Fig. 26 ist ein Rotorgehäuse 129 zusammen mit einer Antriebskammer 130 in Explosionsdarstellung wiedergegeben. Die Antriebskammer 130 ist identisch mit der Antriebskammer 122, abgesehen davon, dass die Antriebskammer 130 eine einzige Aussparung 131 im Vergleich zu den gegenüberliegend angeordneten Aussparungen 123 und 124 aufweist, die durch den Körper 125 der Antriebskammer 122 gebildet sind. Zum Zusammenwirken umfasst das Rotorgehäuse 129 eine untere Nabe 132 mit einer einzigen teilzylindrischen Rippe 133, die zum formschlüssigen Eingriff in die Aussparung 131 ausgeführt und angeordnet ist. Die Rippe bzw. der Keil 133 begrenzt einen konzentrischen Ablasskanal 133a.

[0083] Ein weiterer konstruktiver Aufbau zum formschlüssigen Eingriff der Antriebskammer mit der Rotornabe ist in den Fig. 27 und 28 dargestellt, in denen eine Rotornabe 136 ein Paar axialer Schlitz 137 und 138 aufweist, die 180° beabstandet voneinander ausgebildet sind und die mit der Position der Strömungsdüsen 139 und 140 der Antriebskammer 141 fluchten. Der zylindrische Körper 142 hat einen Gleitsitz in der Nabe 136, es gibt jedoch keine anderen Konturen zum Verkeilen oder Arretieren des Körpers 142 mit der Nabe 136, um jegliche Relativedrehbewegung zwischen diesen Teilen zu verhindern. Das Einsetzen des Körpers jeder Düse 139 und 140 in ihren zugehörigen Schlitz 137 bzw. 138 stellt den erforderlichen Formschluss des Drehantriebs her. Wenn die Antriebskammer rotiert, wird das Drehmoment über den Körper jeder Düse 139 und 140 auf die Nabe 136 übertragen, um das Rotorgehäuse anzutreiben, d.h.

zu drehen.

[0084] Zur Bereitstellung eines oder mehrerer Ablasskanäle sind hohle axiale Rippen 143 und 144 als Teil der Außenfläche der Nabe 136 an Umfangspositionen 90° beabstandet von den axialen Schlitz 137 und 138 ausgeformt. Die dadurch begrenzten Kanäle 143a und 144a münden unmittelbar in den hohlen Innenraum des Rotorgehäuses (siehe Fig. 28).

[0085] Wie sich aus den bereits beschriebenen und dargestellten verschiedenen Ausführungsbeispielen ergibt, existieren verschiedene Alternativen für den Fluidabfluss aus dem Rotorgehäuse. Es versteht sich, ohne dass dies bisher explizit erwähnt wurde, dass verschmutztes Fluid, z.B. Öl, in das Rotorgehäuse eingeleitet und durch eine für die Rotorbaugruppe ausgewählte Partikelabtrenneinrichtung behandelt wird. Idealerweise wird das schwere partikelförmige Material mittels der Partikelabtrenneinrichtung aus dem Fluid entfernt und lagert sich im Rotorgehäuse ab, wohingegen das reinere Fluid das Rotorgehäuse verlässt. Deshalb ist irgendeine Art von Kanal oder Kanälen für das austretende Fluid erforderlich, welches aus dem Rotorgehäuse abfließt.

[0086] Bei einigen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung sind Ablasskanäle durch die Antriebskammer begrenzt und diese Kanäle müssen mit ergänzenden Kanälen oder Öffnungen in entweder dem Rotorgehäuse, der Rotornabe oder einer Kombination aus beidem fluchten. Angesichts der Tatsache, dass der Rotor typischerweise in einem äußeren Zentrifugengehäuse eingeschlossen ist, liegt der Schlüssel des Fluidablassproblems darin, dass das Fluid aus dem Rotorgehäuse auf eine Art und Weise austreten muss, die die gesamte Rotorkonstruktion und die Konstruktion der damit zusammenwirkenden Antriebskammer ergänzt, ohne die Partikelabtrennwirksamkeit zu verschlechtern, ohne die Drehzahl negativ zu beeinflussen und ohne einen insgesamt einfachen Gebrauch und eine Säuberung der Zentrifuge durch den Endkunden zu erschweren.

[0087] Bezugnehmend auf die Fig. 29 bis 34 sind verschiedene Rotor- und Rotornabenausführungen mit unterschiedlichen Ablasskanälen und Öffnungen dargestellt, die zur Verwendung als Teil der vorliegenden Erfindung geeignet sind, abhängig zu einem gewissen Maße von der Zentrifugenkonstruktion und ihren Anforderungen, wobei der Schwerpunkt jedoch mehr auf die Ausführung der Antriebskammer gelegt ist, die zum Zusammenwirken in die (untere) Rotornabe gepasst bzw. gekeilt wird.

[0088] Bezugnehmend zunächst auf Fig. 29 enthält ein Rotorgehäuse 148 eine untere Nabe 149 mit einem integrierten Mittelrohr 150. Ein Strömungseinlass 151 ist in einer unteren Wand 152 ausgeführt und mündet in die Mitte der Nabe 149. Mehrere Ausströmungsöffnungen 153 werden von der unteren Wand 152 begrenzt und münden in das Innere der Nabe 149. Da die Ausströmöffnungen 153 innerhalb der Nabe 149 angeordnet sind, muss die Antriebs-

kammer, die in die Nabe 149 gesteckt wird, fluchtende Ausströmkanäle aufweisen.

[0089] Ein Beispiel dafür, wie die Antriebskammer fluchtende Ausströmkanäle aufweisen kann, ist in Fig. 30 dargestellt, wo eine Antriebskammer 156 in die Nabe 149 eingeführt ist. Die Antriebskammer 156 begrenzt axiale Strömungskanäle 157, die hinsichtlich Anzahl und Anordnung in Umfangsrichtung den Ausströmöffnungen 153 im Rotorgehäuse 148 entsprechen.

[0090] Bezugnehmend auf die Fig. 31 und 32 ist zu erkennen, dass eine untere Nabe 158 und eine obere Nabe 159 beide Teil eines Rotorgehäuses 160 sind. Das Rotorgehäuse 160 umfasst kein integrales Mittelrohr und die Ausströmöffnungen 153 des Rotorgehäuses 148 in der unteren Wand 161 benachbart der Nabe 158 fehlen. Stattdessen sind Ausströmöffnungen 162 durch eine obere Wand 163 radial außerhalb der oberen Nabe 159 begrenzt. Die untere Wand 161 begrenzt aber immer noch einen Strömungseinlass 164, jedoch ist das Ausströmen, d.h. der Fluidablass, zur Oberseite des Rotorgehäuses 160 hin verlagert worden.

[0091] Bezugnehmend auf die Fig. 33 und 34 umfasst ein Rotorgehäuse 167 eine obere Nabe 168 sowie eine obere Wand 169, die eine Ausströmöffnung 170 begrenzt. Da die Öffnung 170 im hohlen Inneren der Nabe 168 zentriert ist, ist es wichtig, dass das Zentrifugenbauteil, welches in die Nabe 168 gesteckt wird, einen Abstromkanal für das Fluid zum Verlassen des Rotorgehäuses 167 und Austreten in das Zentrifugengehäuse aufweist.

[0092] In Fig. 34 ist ein Teil eines solchen Zentrifugenbauteils im in die Nabe 168 eingesetzten Zustand dargestellt. Dieses Bauteil ist ein Stützpfeiler 171, der zum Abstützen der Rotorbaugruppe für eine Rotation mit hoher Drehzahl gelagert ist. Ein Lager 172 ist dargestellt und dieses ist so ausgeführt, dass Fluid durch es hindurch in das Innere des Zentrifugengehäuses strömen kann (nicht dargestellt).

[0093] Bezugnehmend nunmehr auf Fig. 35 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine Antriebskammer 175 mit Kugellagern 176 und 177 versehen, welche die bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen verwendeten Hülsen mit Flanschen ersetzen. Viele der anderen Konstruktionsaspekte der Antriebskammer 175 sind so wie bei den anderen zuvor beschriebenen und dargestellten Antriebskammern. Dies umfasst die Strömungsdüsen und die Verteilung der Antriebskammer 175 in einer Nabe 178, unabhängig von der genauen Art oder Geometrie der ausgewählten Passung. Ein Ersatz der mit Flanschen versehenen Hülsen durch Rollen- oder Kugellager kann deshalb bei allen zuvor beschriebenen Antriebskammern vorgenommen werden. Darüber hinaus enthält das Innere der Antriebskammer 175 ein dichtendes Strömungsleitbauteil 179, das mit Presspassung in einer Bohrung 180 des Antriebskammerkörpers sitzt. Das Strömungsleitbau-

teil 179 weist wenigstens zwei Öffnungen 181 auf, um einen Fluidstrom zu den Strömungsdüsen hin zu ermöglichen. Die maximale Rotationseffizienz, d.h. die beste Umsetzung in eine Drehbewegung, wird erreicht, indem der Strom in das Rotorgehäuse gedrosselt wird und indem jede Leckage aus der Antriebskammer vermieden wird. Auf diese Weise ist das Volumen an Antriebsfluid und der Druck innerhalb der Antriebskammer maximal und es wird die maximale Drehzahl für ein gegebenes Fluidvolumen und einen gegebenen Druck erhalten.

[0094] Wenn die mit Flanschen versehenen Hülsen durch Kugel- oder Rollenlager ersetzt werden, kann eine Leckage durch die Lager möglich sein. Aus diesem Grund ist das dichtende Strömungsleitbauteil 179 vorgesehen worden. Die spezielle Anordnung des Strömungsbauteils 179 benachbart den Strömungsauslässen 182 und dem Pfosten 183 stellt sicher, dass aus dem Pfosten 183 austretendes Fluid, welches dafür vorgesehen ist, zu den Strömungsdüsen geleitet zu werden, dorthin gelangt, ohne dass eine Leckage nach oben durch das Lager 176 oder nach unten durch das Lager 177 stattfindet. Als Alternative zum Einsatz eines separaten dichtenden Strömungsleitbauteils kann auch der Innenraum des Körpers der Antriebskammer 175 mit oberen und unteren radialen Rippen oder Flanschen ausgeführt werden, die ausreichend bemessen sind, um eine Abdichtung gegen den Pfosten 183 an einer Stelle zwischen den Strömungsauslässen 182 und dem oberen Lager 176 bzw. dem unteren Lager 177 herzustellen. Eine vollständige Abdichtung ist nicht unbedingt erforderlich, die Bemessung und die Toleranzen können so sein, dass sich eine genaue Passung mit minimalem Spiel ergibt, so dass jegliche Leckage durch die oberen und unteren Lager minimal ist.

Patentansprüche

1. Rotorbaugruppe zur Verwendung als Teil einer Zentrifuge zur Abtrennung partikelförmigen Materials aus einem durch die Zentrifuge strömenden Fluid, mit:

- einer Sammelkammer, die zur Aufnahme einer Partikelabtrenneinrichtung ausgeführt und angeordnet ist, wobei die Sammelkammer eine Strömungsöffnung begrenzt, und
- einer Hero-Turbine enthaltende Antriebskammer, die so ausgeführt und angeordnet ist, dass sie mit der Sammelkammer zusammenbaubar und von der Sammelkammer trennbar ist, wobei die Antriebskammer einen hohlen Innenraum in Strömungsverbindung mit der Strömungsöffnung festlegt.

2. Rotorbaugruppe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Paar Lagerhülsen an entgegengesetzten Enden der Antriebskammer angeordnet sind.

3. Rotorbaugruppe nach Anspruch 2, dadurch

gekennzeichnet, dass die Sammelkammer eine Verbindungsnabe aufweist, die zur Aufnahme eines Einsteckabschnitts der Antriebskammer ausgeführt und angeordnet ist.

4. Rotorbaugruppe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsnabe mehrere Verbindungsnuten begrenzt und der Einsteckabschnitt eine passende Zahl Verbindungsrippen zur schlupffreien Drehverbindung der Antriebskammer mit der Sammelkammer aufweist.

5. Rotorbaugruppe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Verbindungsrippen einen Ablasskanal begrenzt.

6. Rotorbaugruppe zur Verwendung als Teil einer Zentrifuge zur Abtrennung partikelförmigen Materials aus einem durch die Zentrifuge strömenden Fluid, mit
 – einer Sammelkammer mit einer Verbindungsnabe,
 – einer Partikelabtrenneinrichtung in der Sammelkammer, und
 – einer Antriebskammer mit einer Hero-Turbine zur Drehbewegung der Antriebskammer, wobei die Antriebskammer eine Verbindungseinrichtung zum trennbaren Zusammenbau der Antriebskammer mit der Verbindungsnabe aufweist, so dass jegliche Drehbewegung der Antriebskammer auf die Sammelkammer übertragen wird.

7. Rotorbaugruppe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Paar Lagerhülsen an entgegengesetzten Enden der Antriebskammer angeordnet sind.

8. Rotorbaugruppe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammelkammer eine Verbindungsnabe aufweist, die zur Aufnahme eines Einsteckabschnitts der Antriebskammer ausgeführt und angeordnet ist.

9. Rotorbaugruppe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsnabe mehrere Verbindungsnuten begrenzt und der Einsteckabschnitt eine passende Zahl Verbindungsrippen zur schlupffreien Drehverbindung der Antriebskammer mit der Sammelkammer aufweist.

10. Rotorbaugruppe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Verbindungsrippen einen Ablasskanal begrenzt.

11. Zentrifuge zur Abtrennung partikelförmigen Materials aus einem durch die Zentrifuge strömenden Fluid, mit
 – einem Zentrifugengehäuse,
 – einer an dem Zentrifugengehäuse befestigten Rotorstützwelle, und
 – einer auf der Rotorstützwelle angeordneten Rotorbaugruppe, wobei die Rotorbaugruppe umfasst

– eine Sammelkammer, die zur Aufnahme einer Partikelabtrenneinrichtung ausgeführt und angeordnet ist, wobei die Sammelkammer eine Strömungsöffnung begrenzt, und
 – eine Hero-Turbine enthaltende Antriebskammer, die mit der Sammelkammer zusammenbaubar und von der Sammelkammer trennbar ist, wobei die Antriebskammer einen hohlen Innenraum in Strömungsverbindung mit der Strömungsöffnung begrenzt.

12. Zentrifuge nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Paar Lagerhülsen an entgegengesetzten Enden der Antriebskammer angeordnet sind.

13. Zentrifuge nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammelkammer eine Verbindungsnabe aufweist, die zur Aufnahme eines Einsteckabschnitts der Antriebskammer ausgeführt und angeordnet ist.

14. Zentrifuge nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsnabe mehrere Verbindungsnuten begrenzt und der Einsteckabschnitt eine passende Zahl Verbindungsrippen zur schlupffreien Drehverbindung der Antriebskammer mit der Sammelkammer aufweist.

15. Zentrifuge nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Verbindungsrippen einen Ablasskanal begrenzt.

16. Zentrifuge zur Abtrennung partikelförmigen Materials aus einem durch die Zentrifuge strömenden Fluid, mit
 – einem Zentrifugengehäuse,
 – einer an dem Zentrifugengehäuse befestigten Rotorstützwelle, und
 – einer auf der Rotorstützwelle angeordneten Rotorbaugruppe, wobei die Rotorbaugruppe aufweist
 – eine Sammelkammer mit einer Verbindungsnabe,
 – eine Partikelabtrenneinrichtung in der Sammelkammer, und
 – eine Antriebskammer mit einer Hero-Turbine zur Drehbewegung der Antriebskammer, wobei die Antriebskammer eine Verbindungseinrichtung zum trennbaren Zusammenbau der Antriebskammer mit der Verbindungsnabe aufweist, so dass jegliche Drehbewegung der Antriebskammer auf die Sammelkammer übertragen wird.

17. Zentrifuge nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein Paar Lagerhülsen an entgegengesetzten Enden der Antriebskammer angeordnet sind.

18. Zentrifuge nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammelkammer eine Verbindungsnabe aufweist, die zur Aufnahme eines Ein-

steckabschnitts der Antriebskammer ausgeführt und angeordnet ist.

19. Zentrifuge nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsnabe mehrere Verbindungsnuten begrenzt und der Einsteckabschnitt eine passende Zahl Verbindungsrippen zur schlupffreien Drehverbindung der Antriebskammer mit der Sammelkammer aufweist.

20. Zentrifuge nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Verbindungsrippen einen Ablasskanal begrenzt.

Es folgen 26 Blatt Zeichnungen

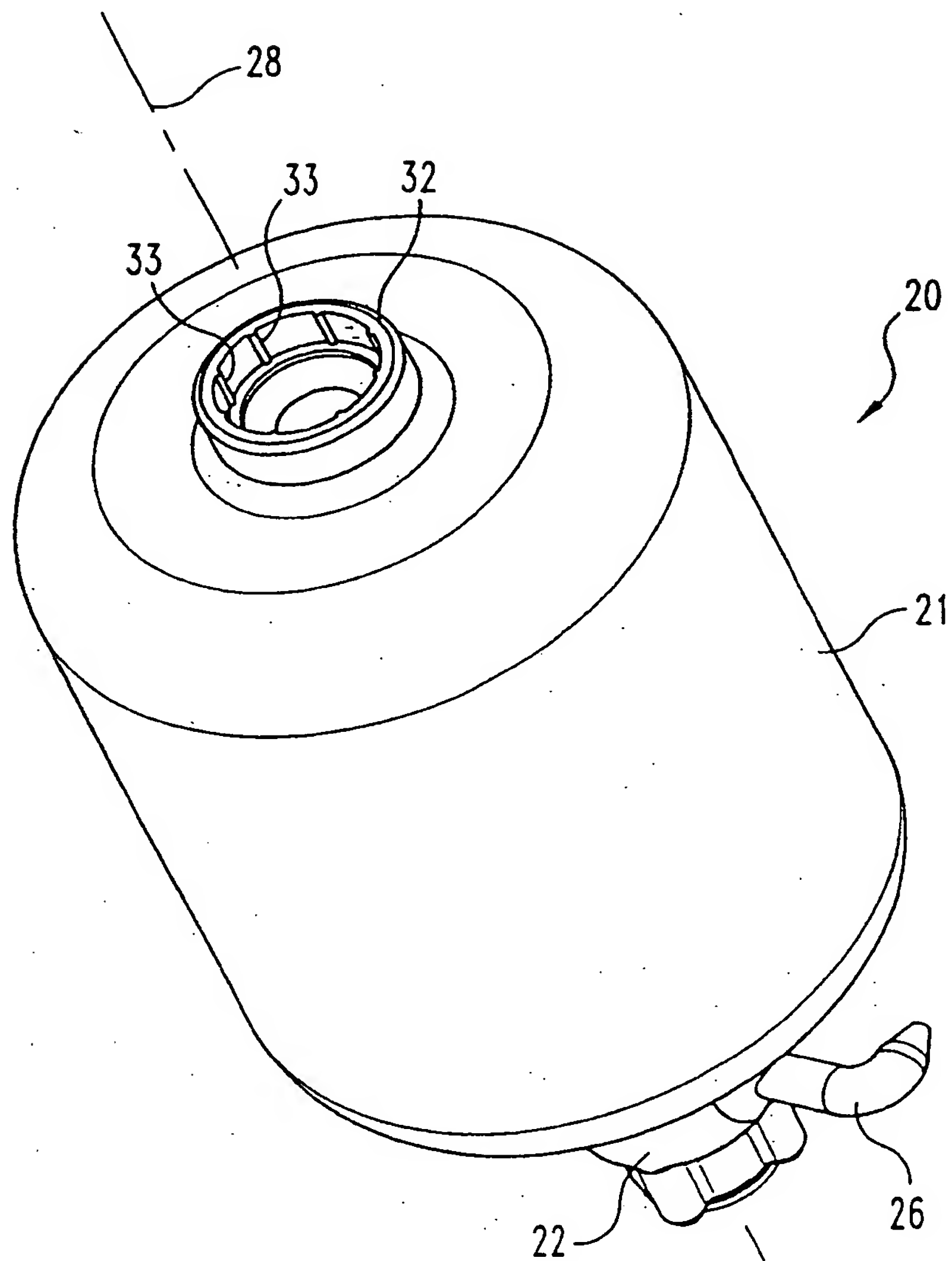


Fig. 2

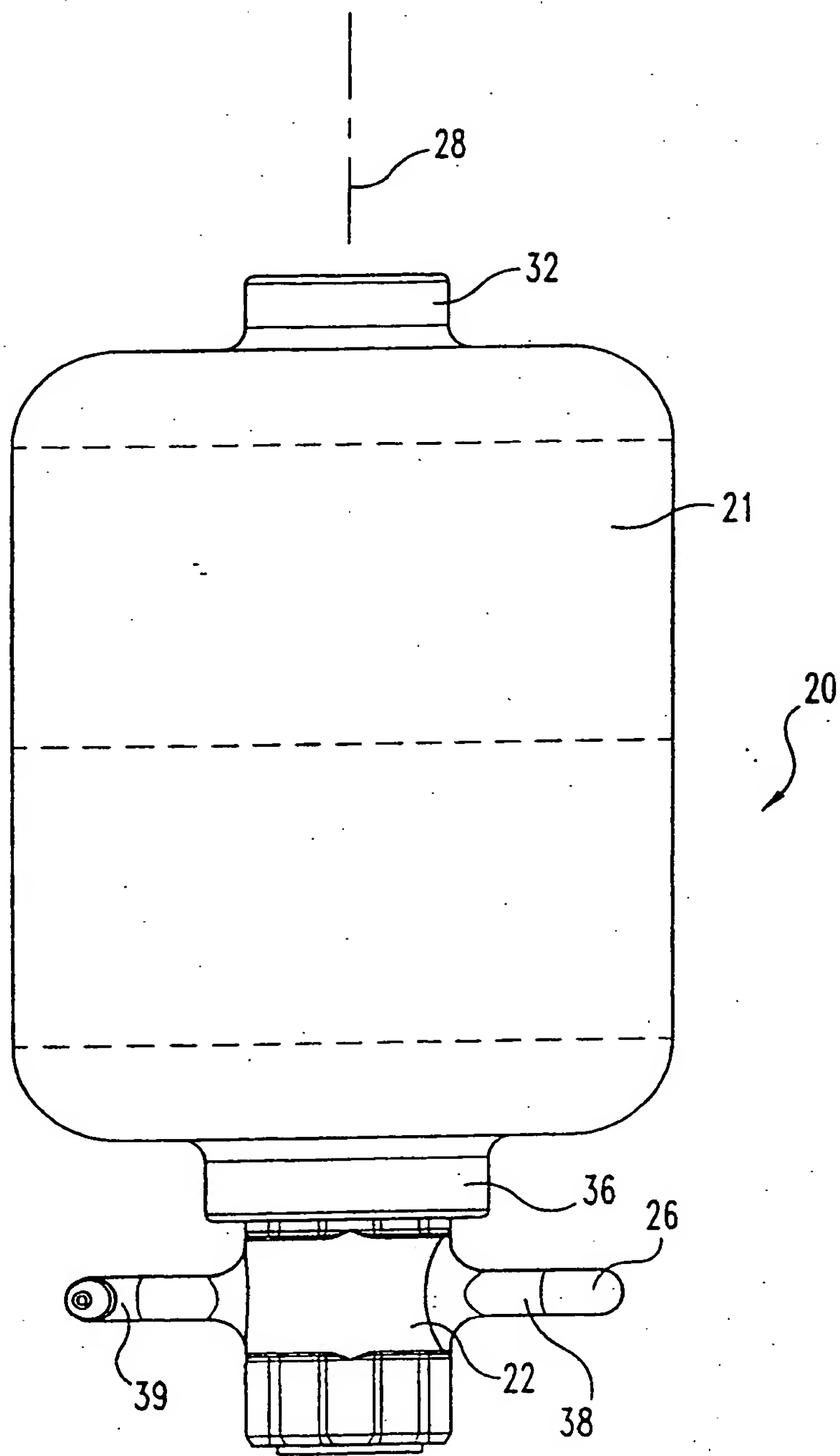


Fig. 3

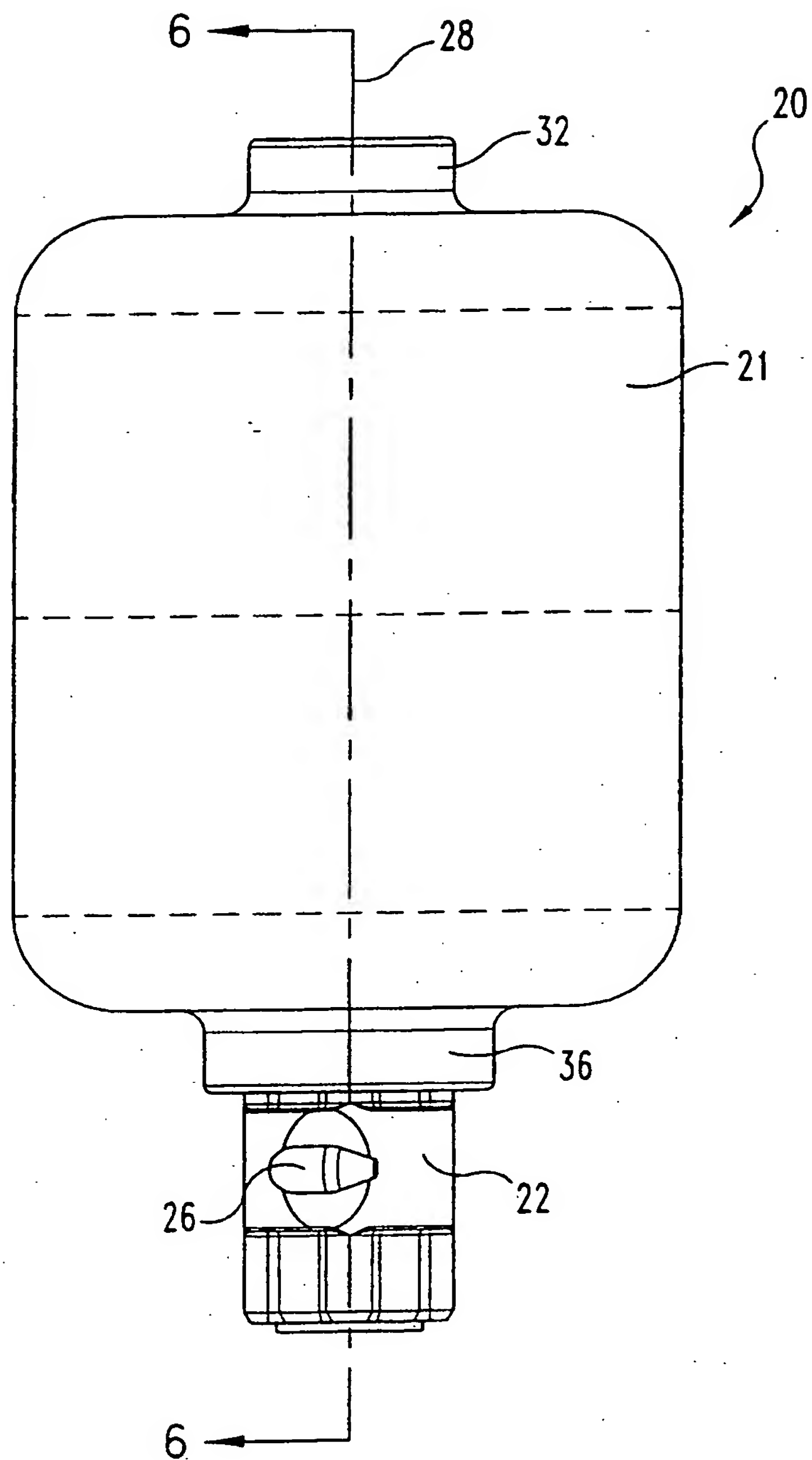


Fig. 4

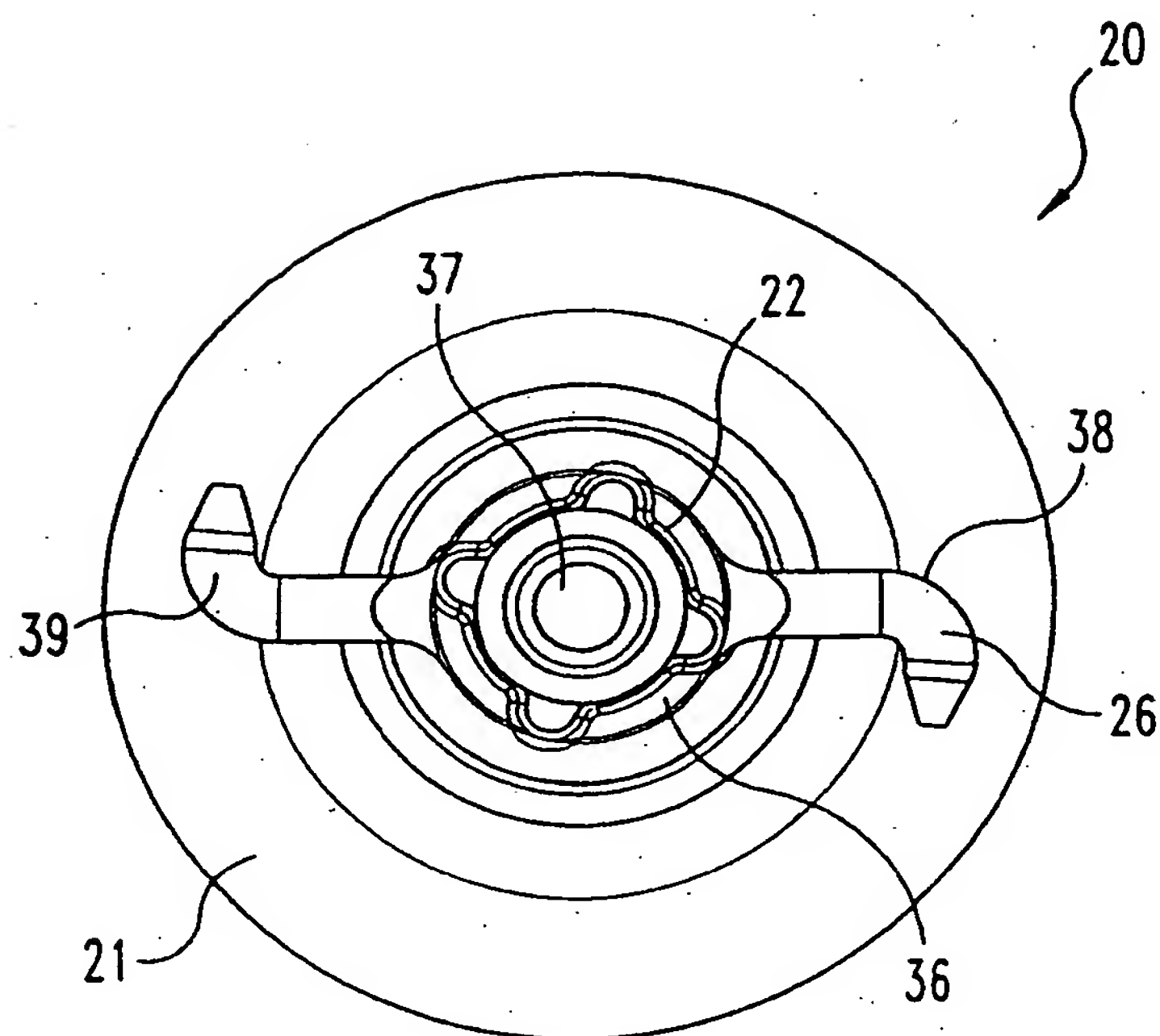


Fig. 5

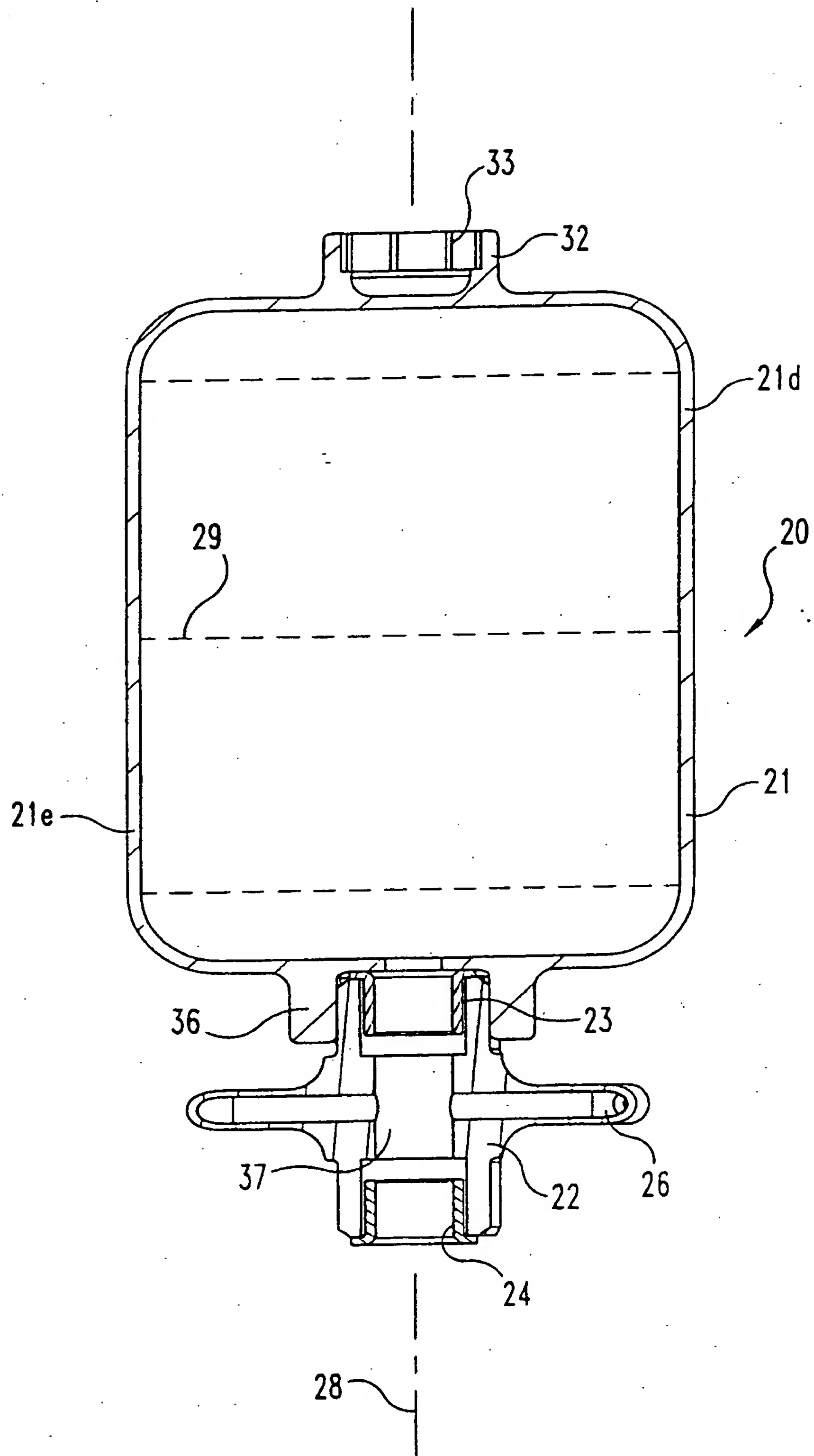


Fig. 6

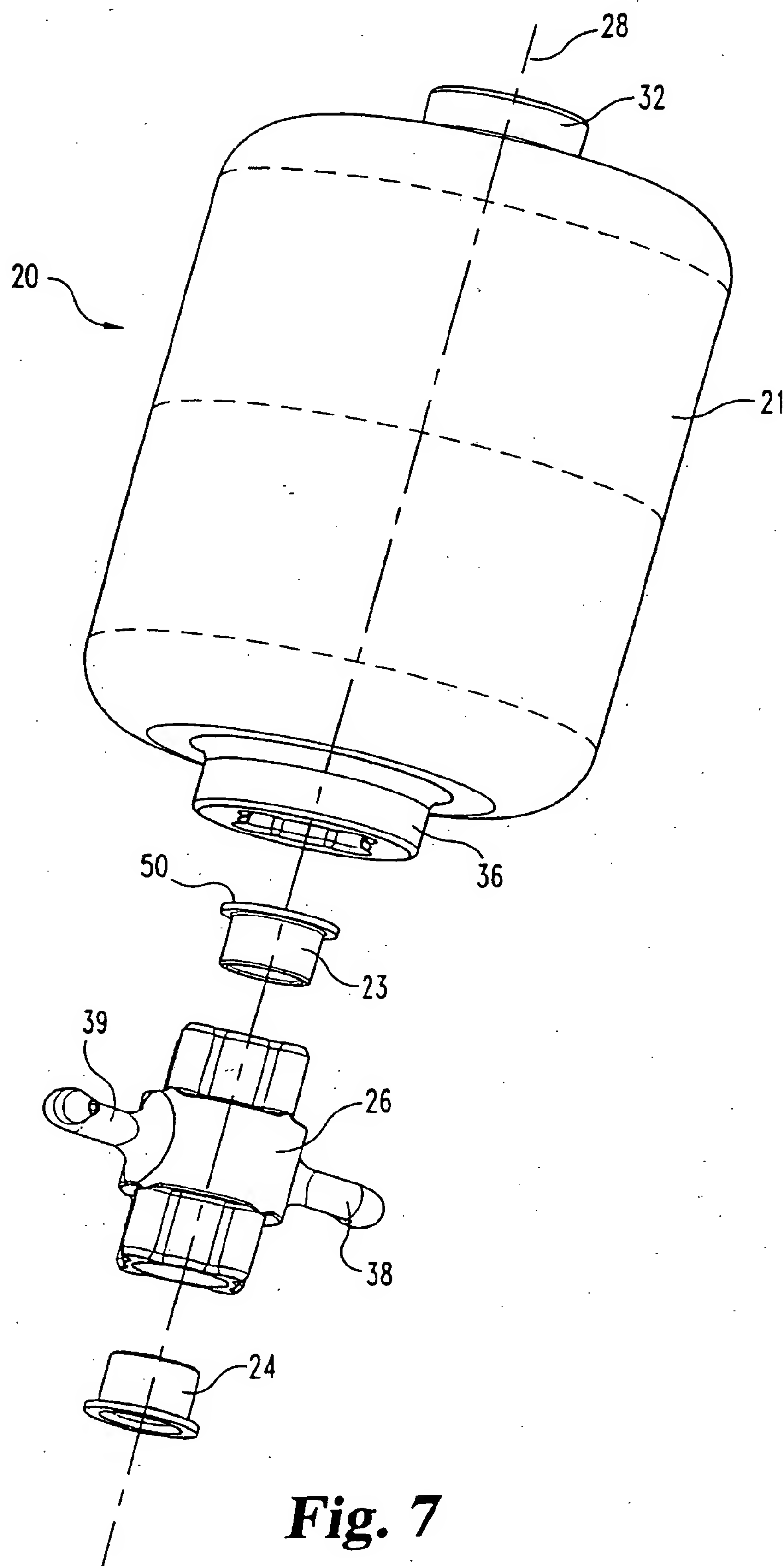


Fig. 7

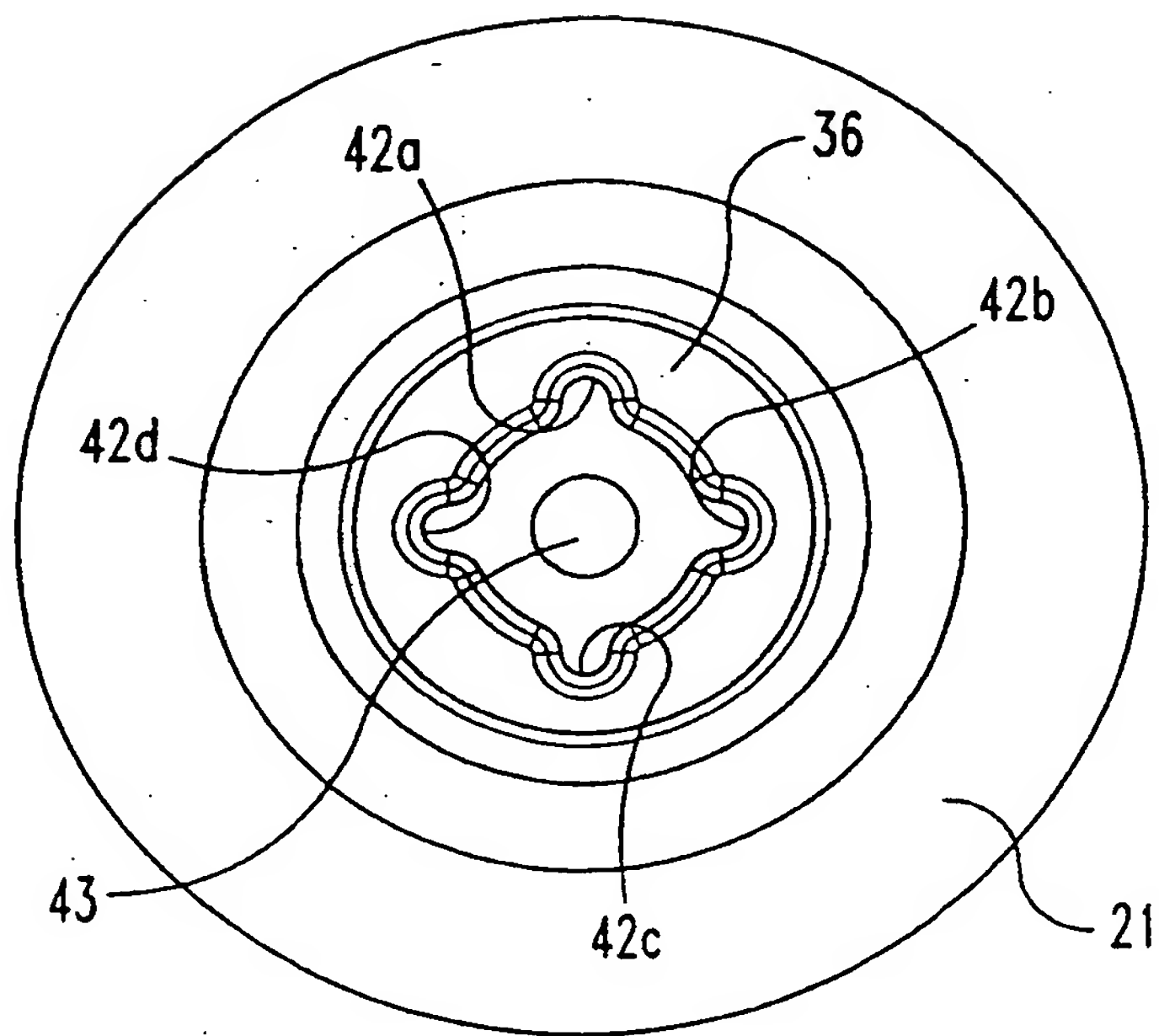


Fig. 8

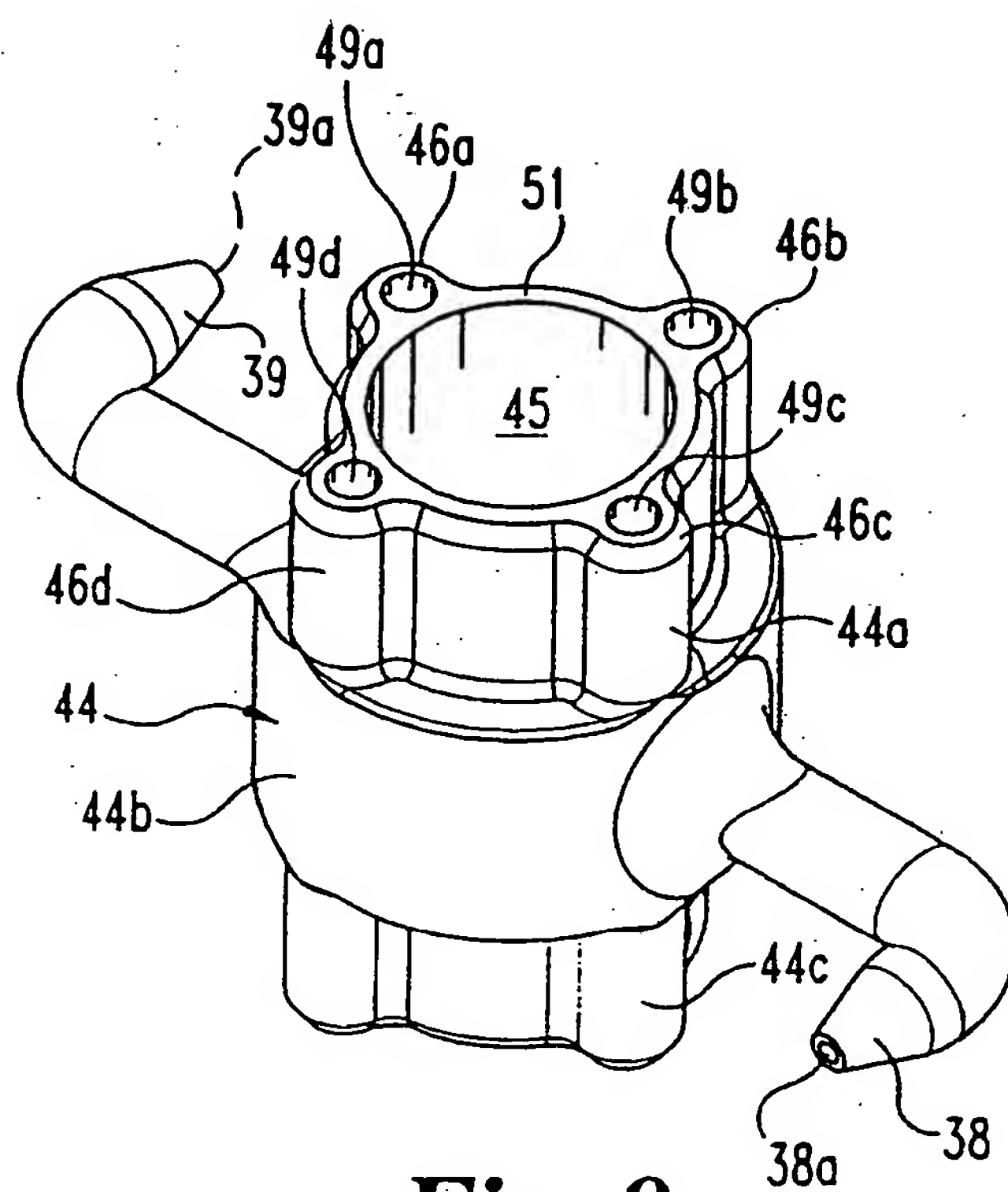


Fig. 9

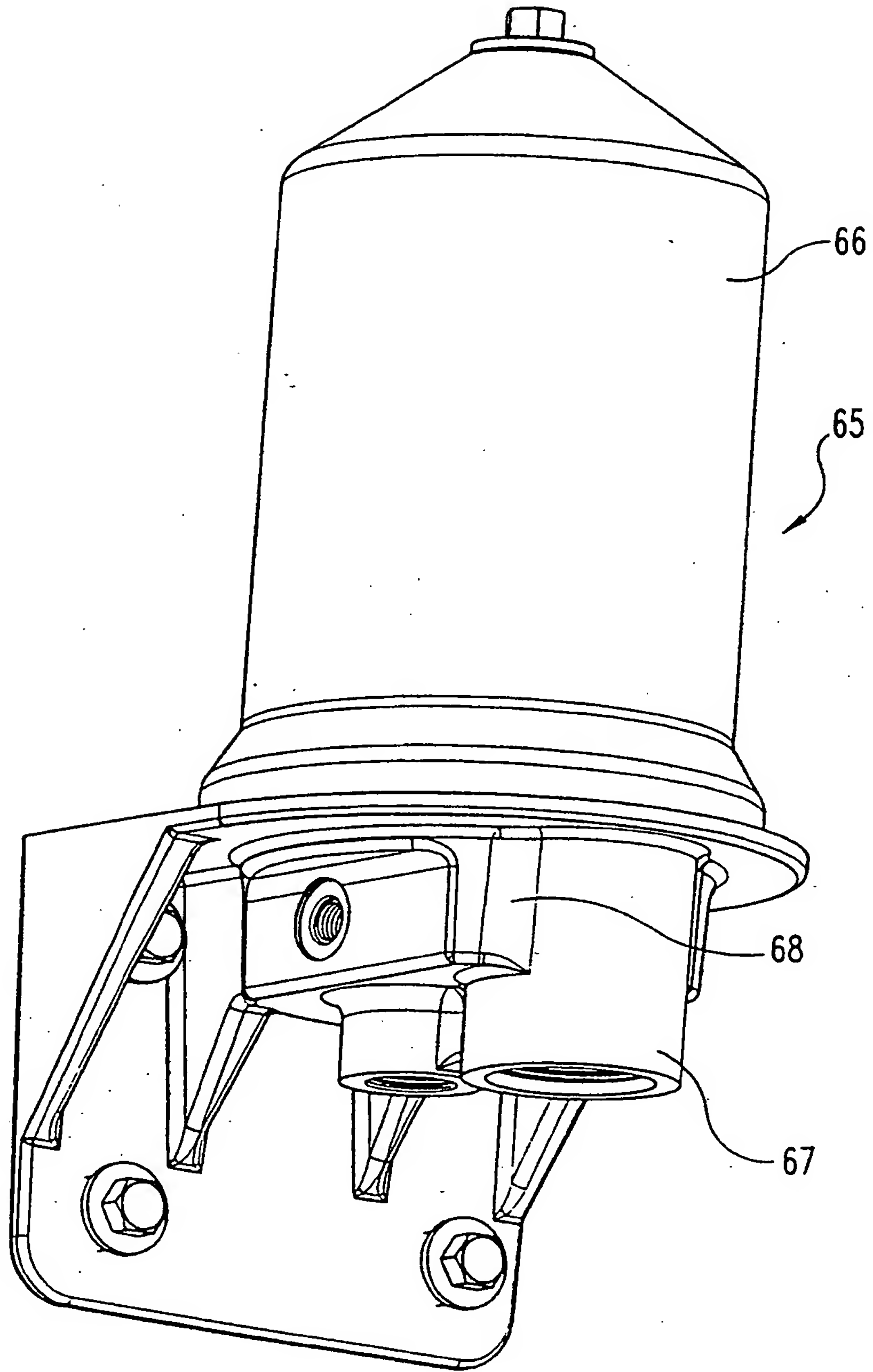


Fig. 10

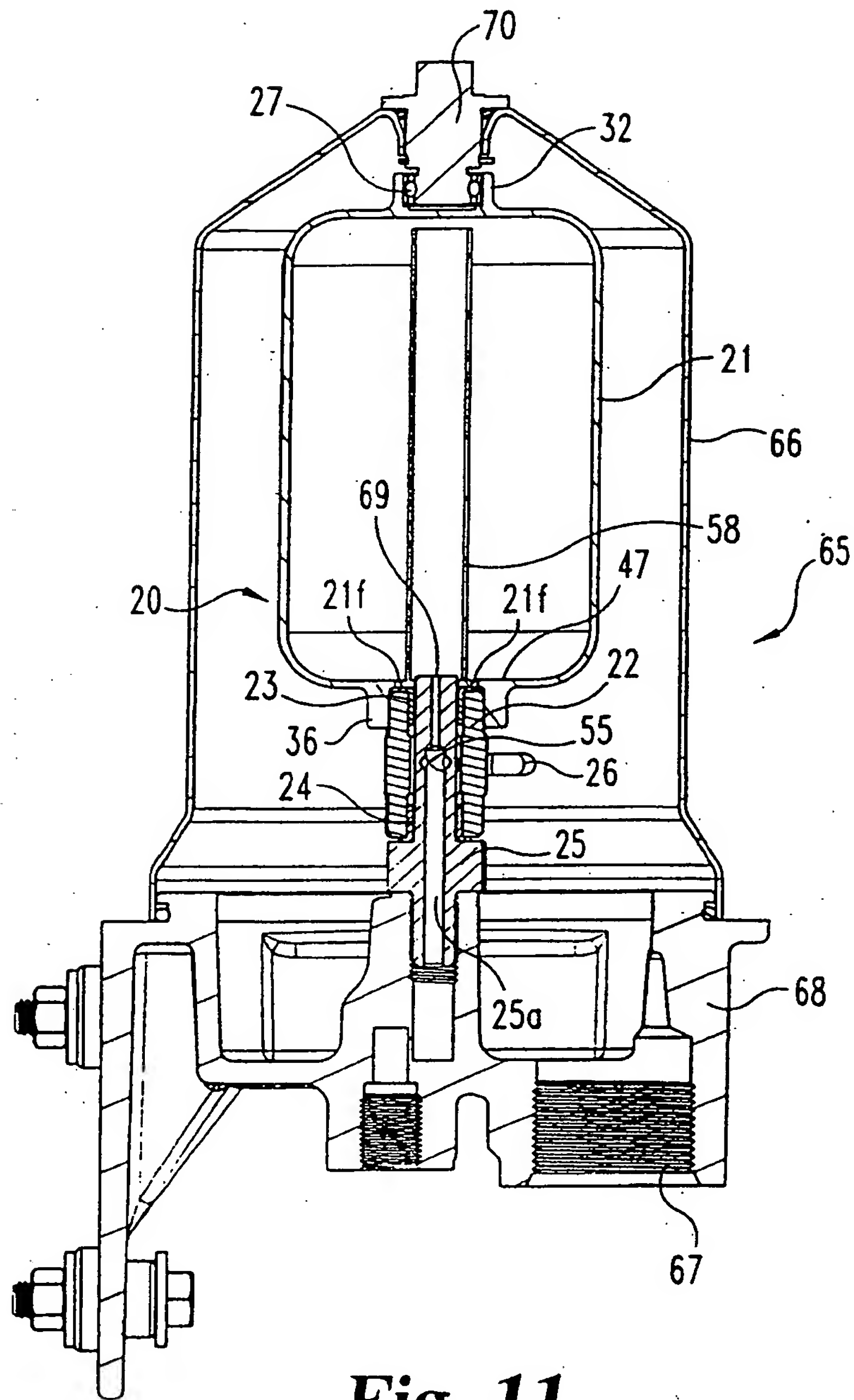


Fig. 11

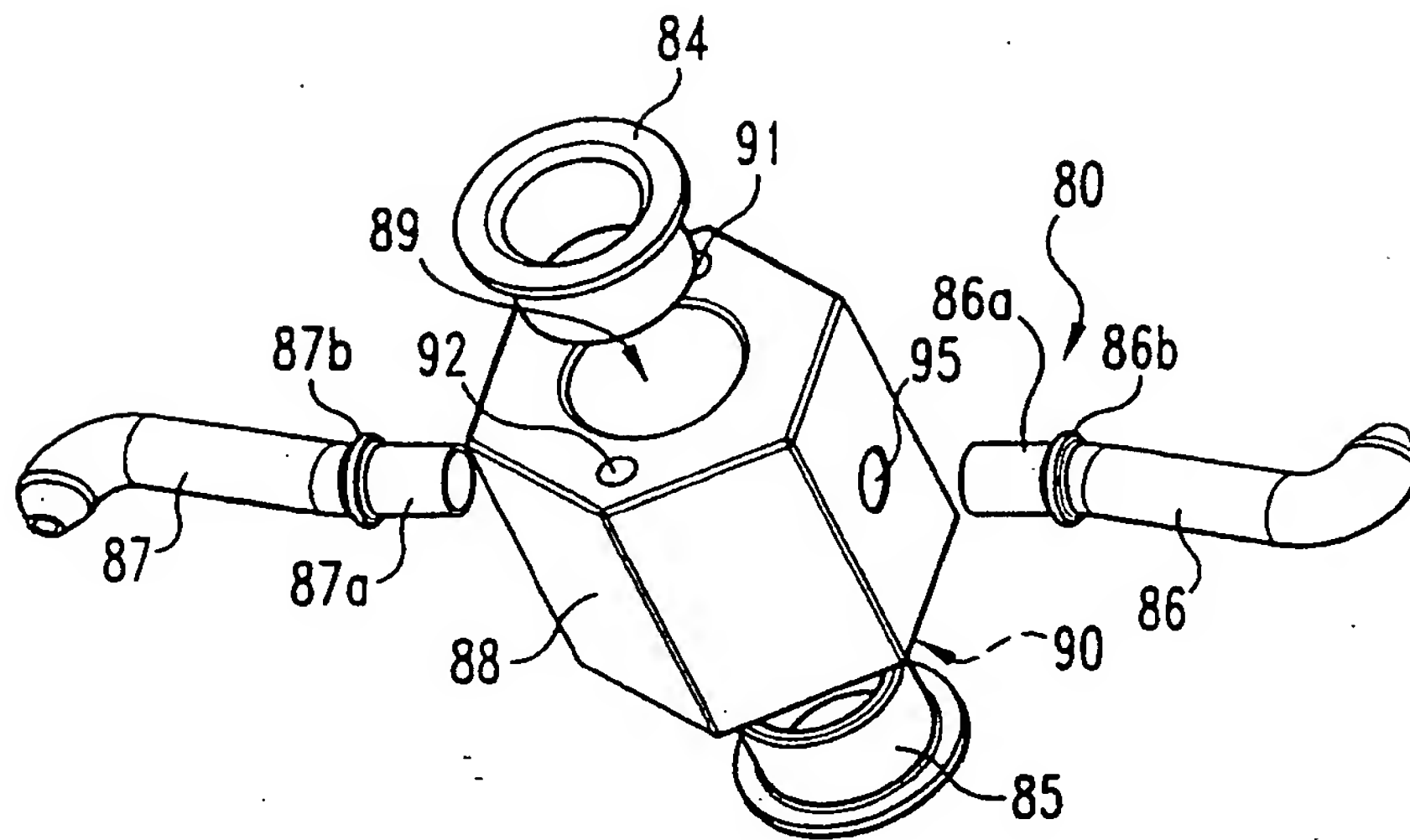


Fig. 12

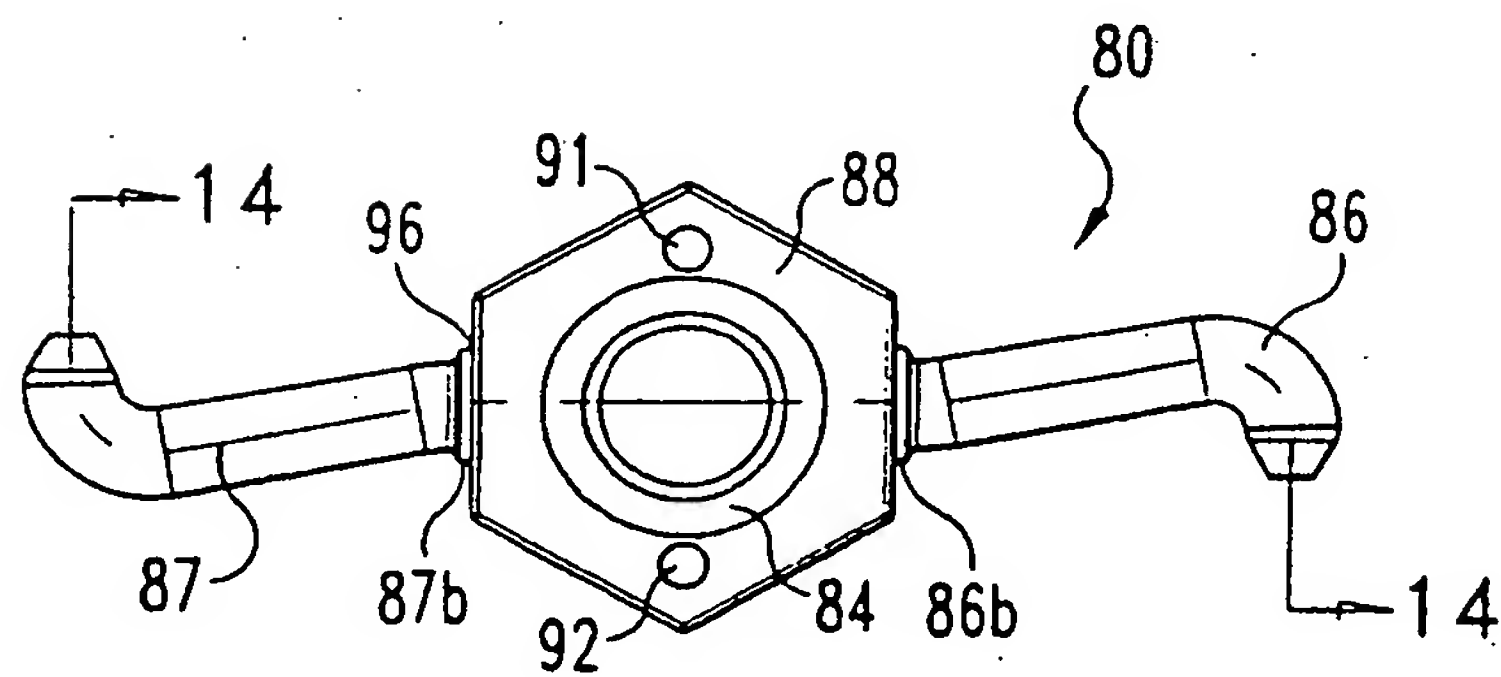


Fig. 13

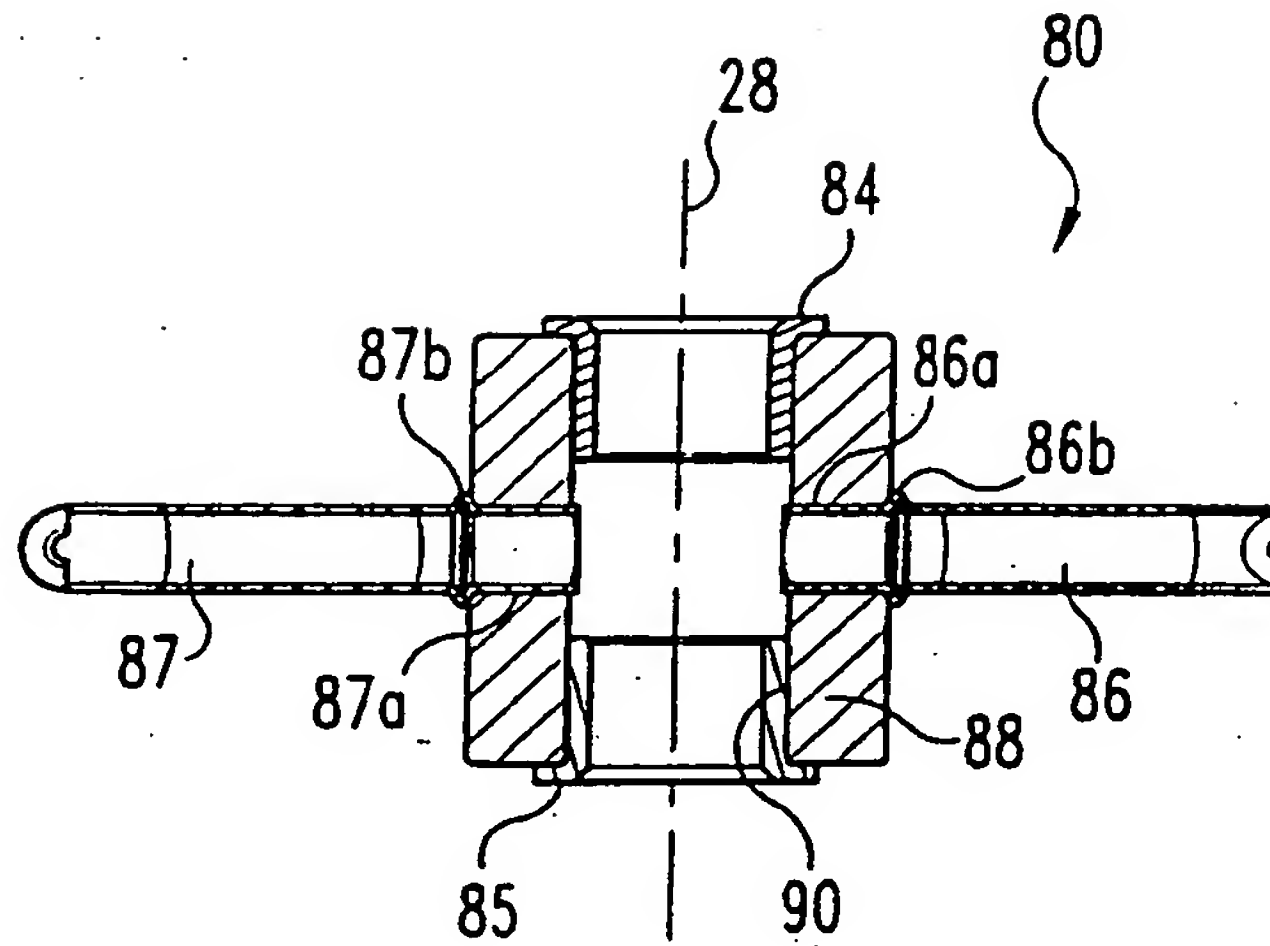


Fig. 14

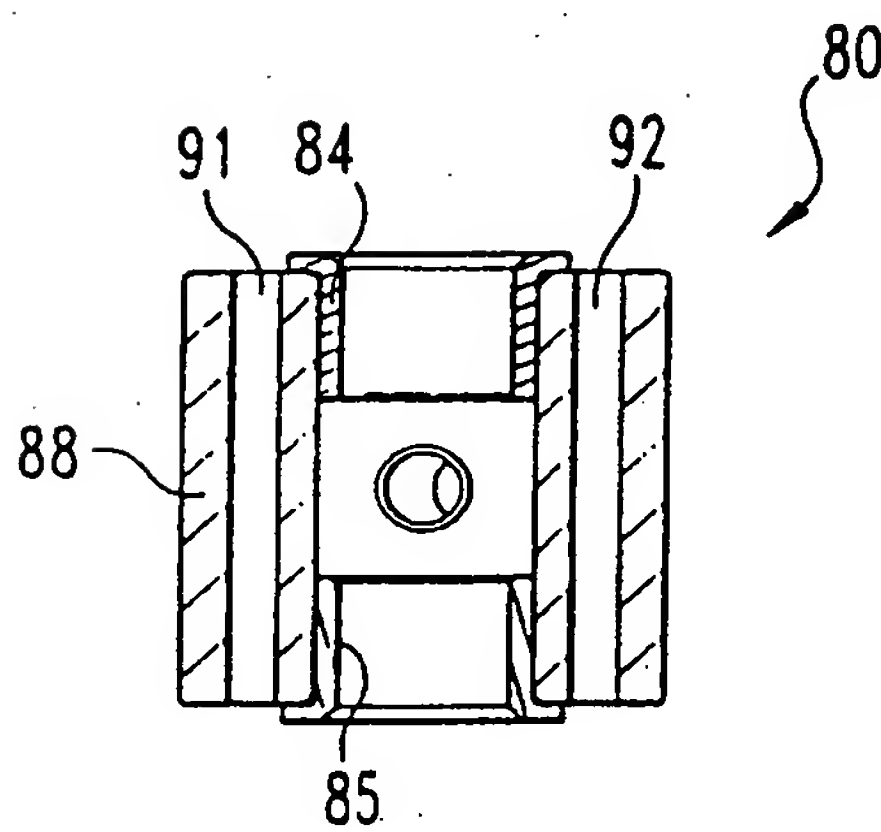


Fig. 15

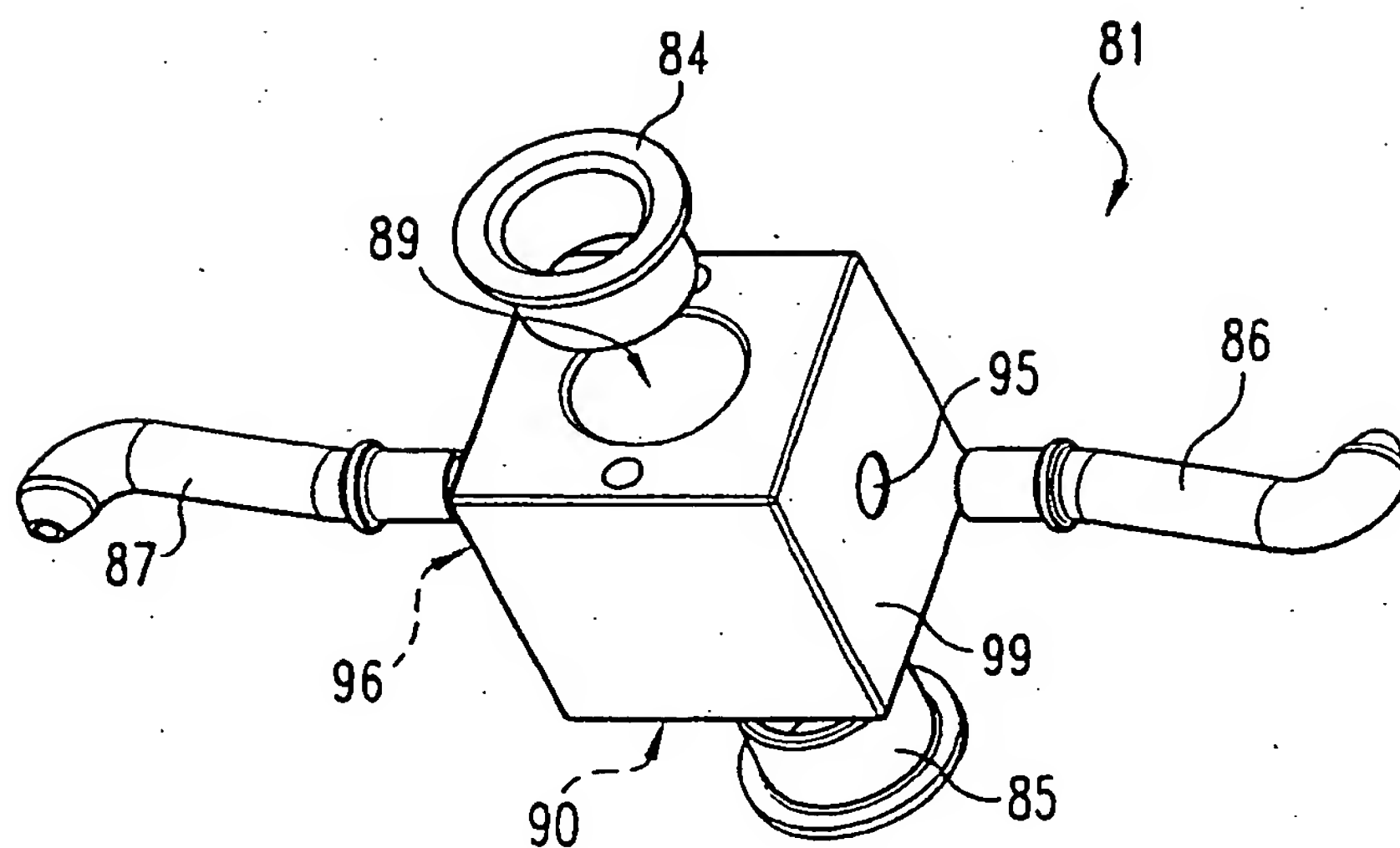


Fig. 16

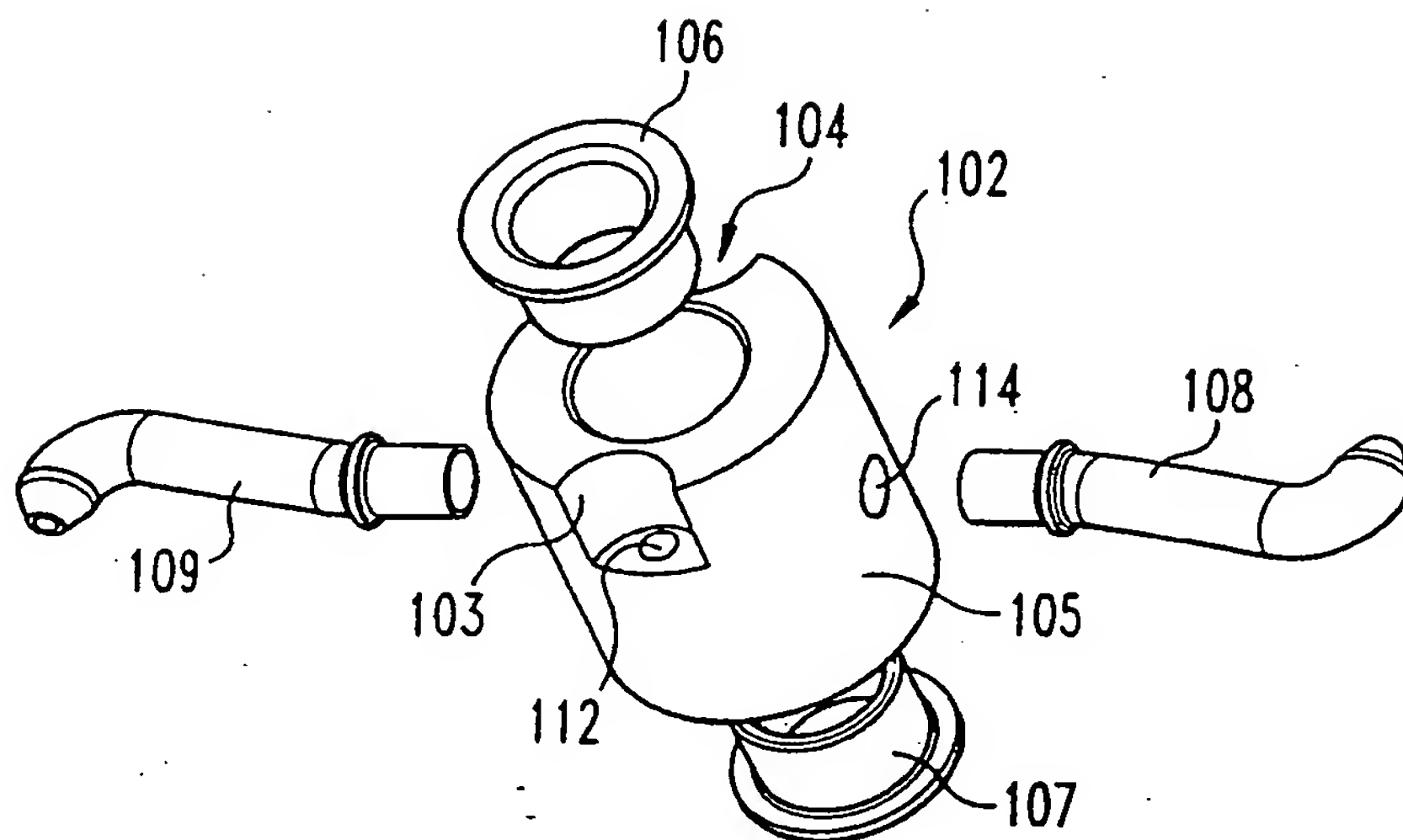


Fig. 17

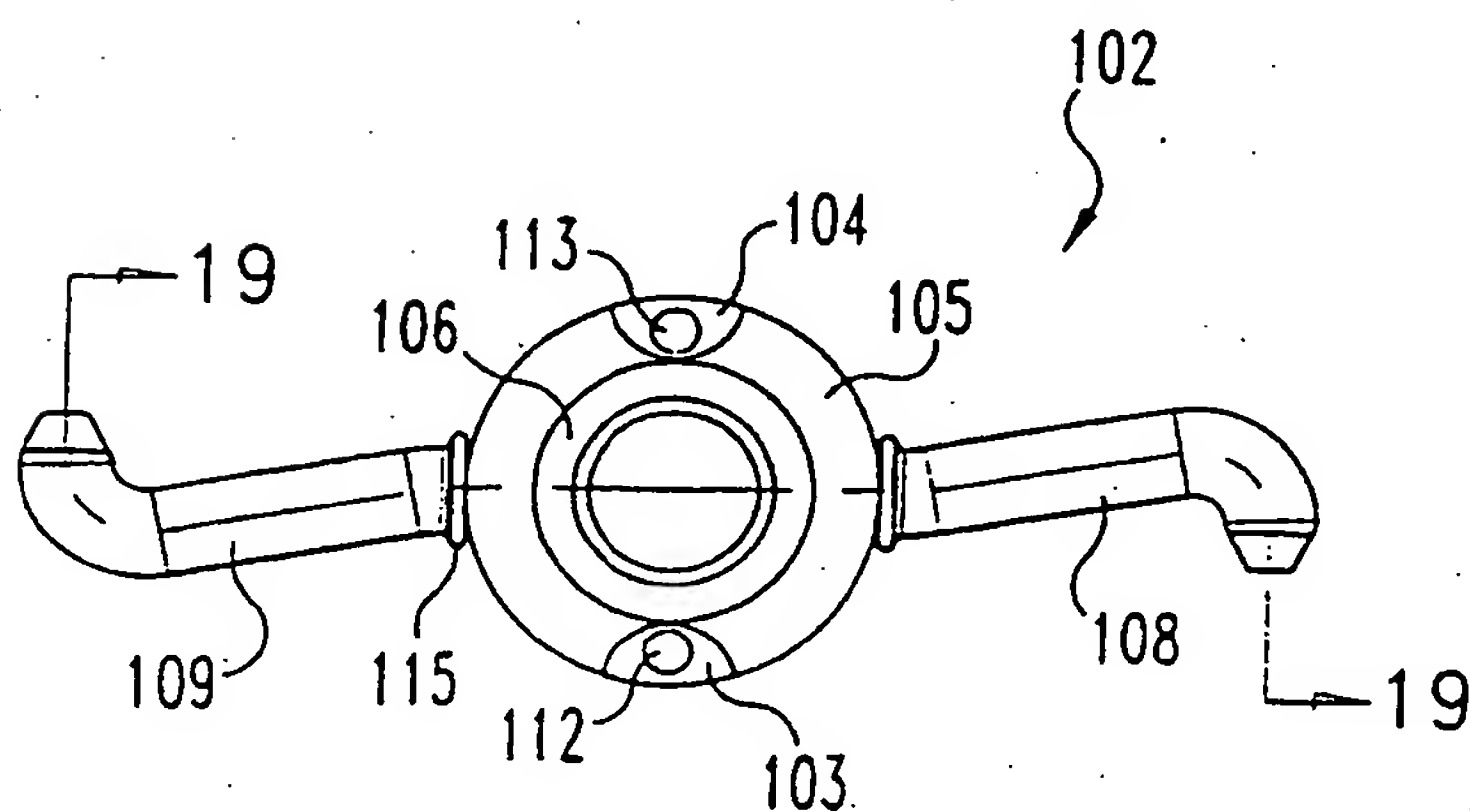


Fig. 18

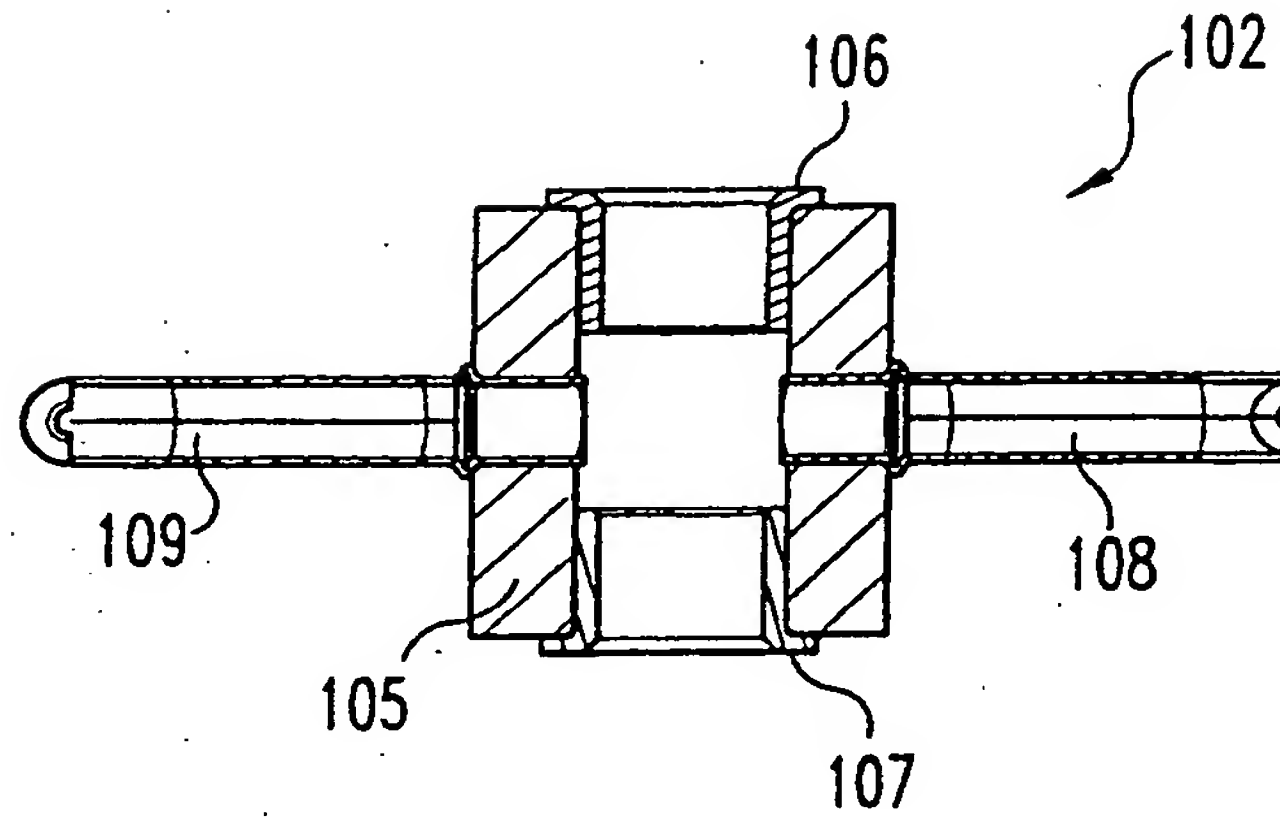


Fig. 19

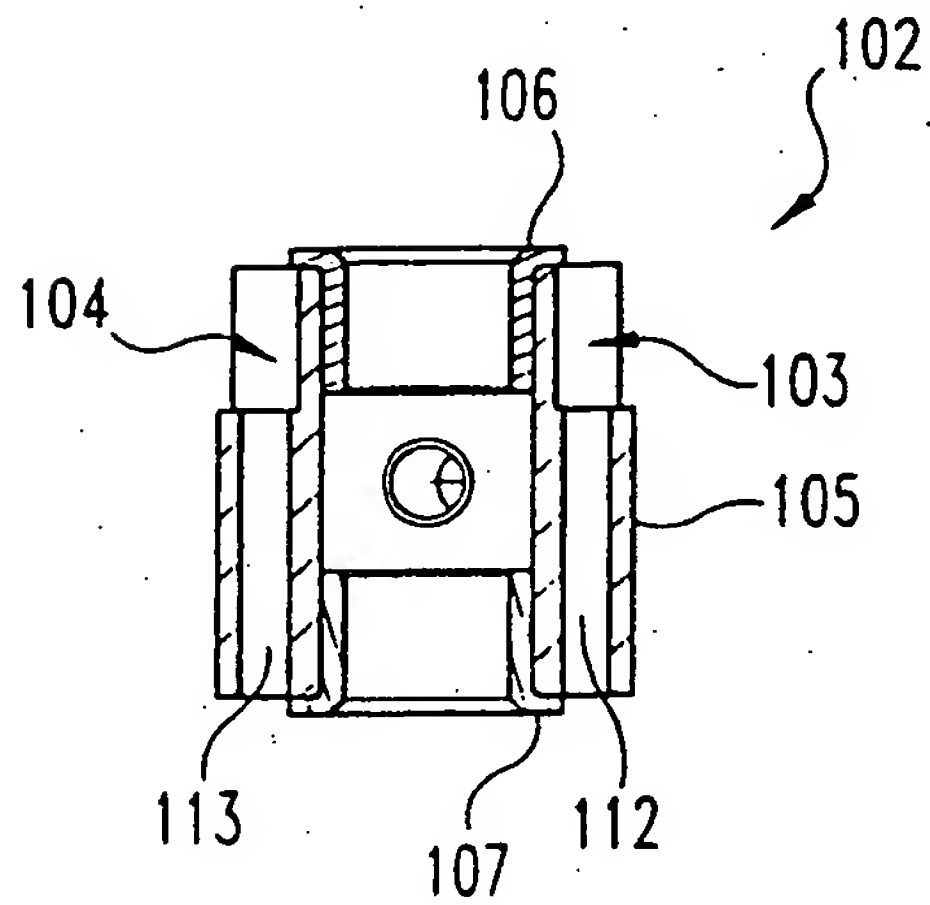


Fig. 20

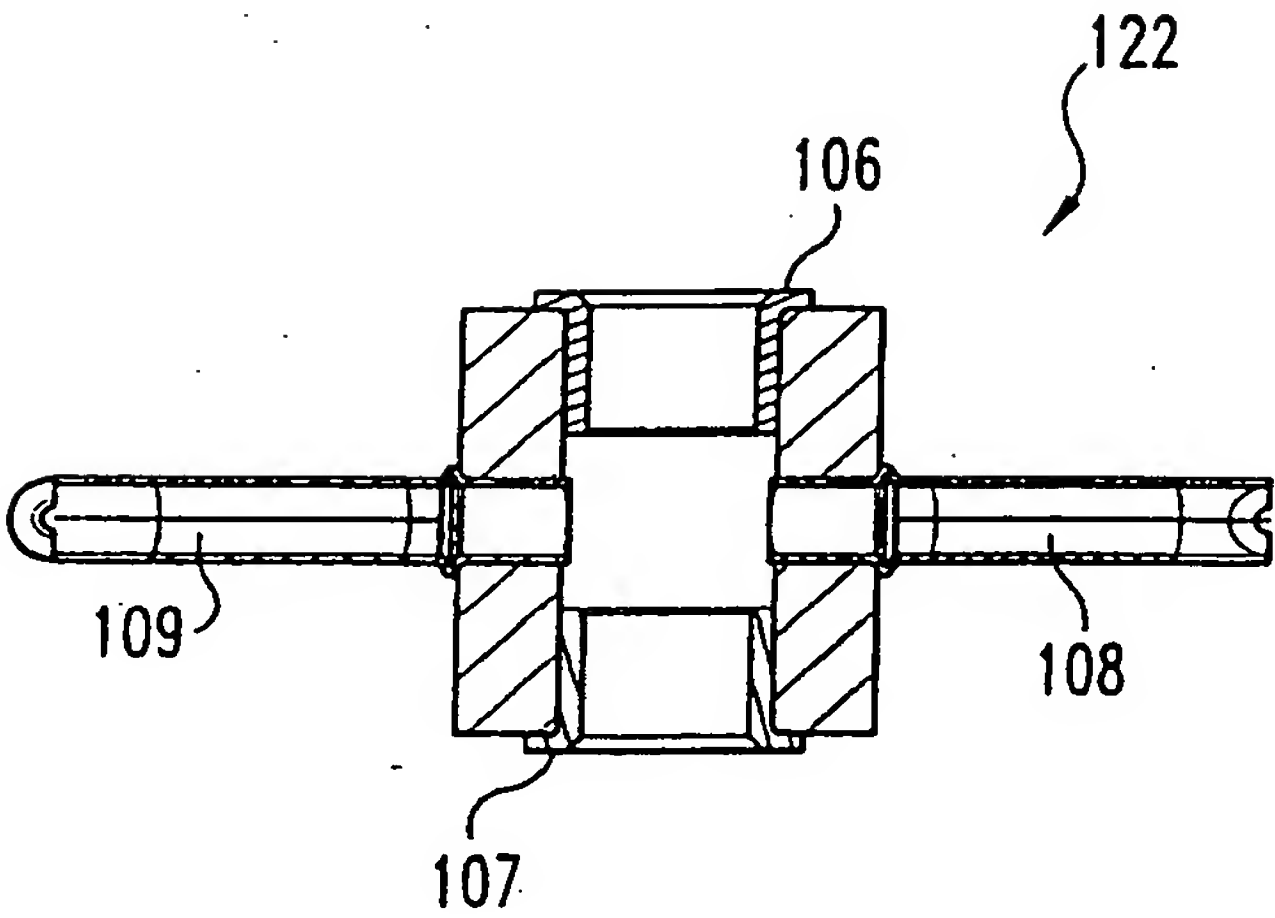


Fig. 23

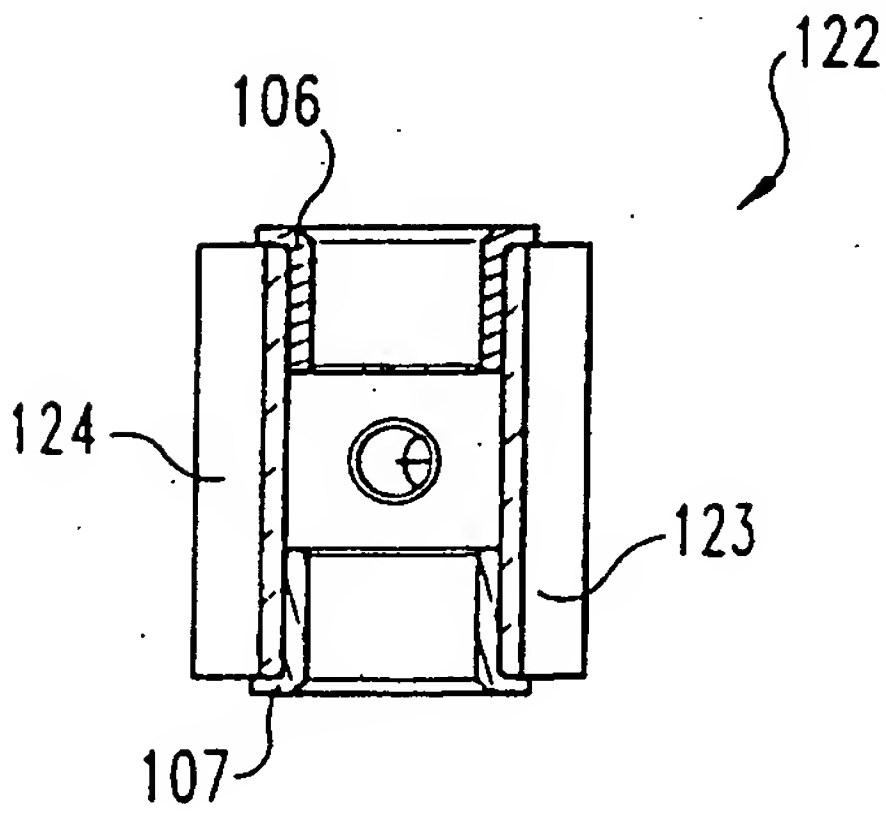


Fig. 24

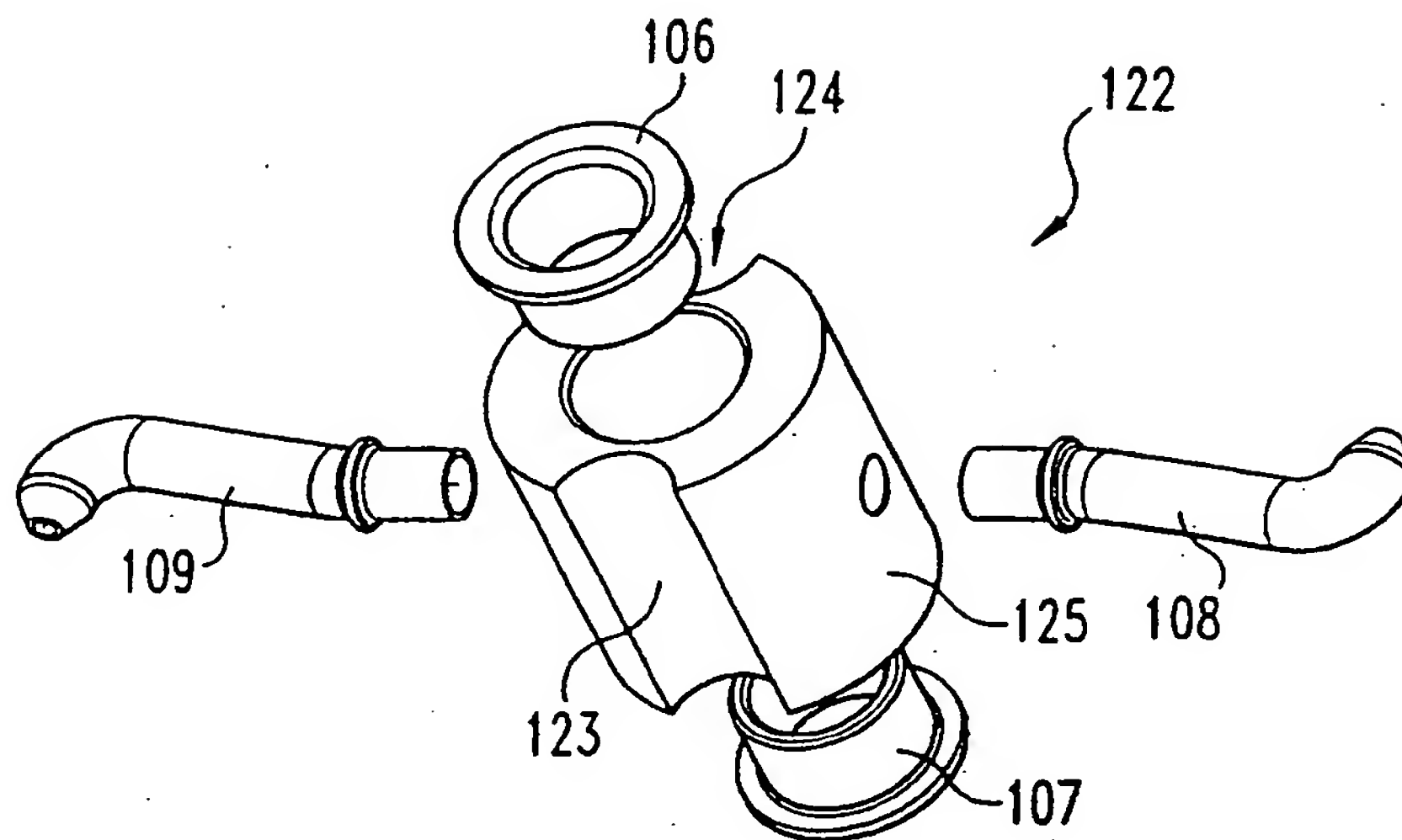


Fig. 21

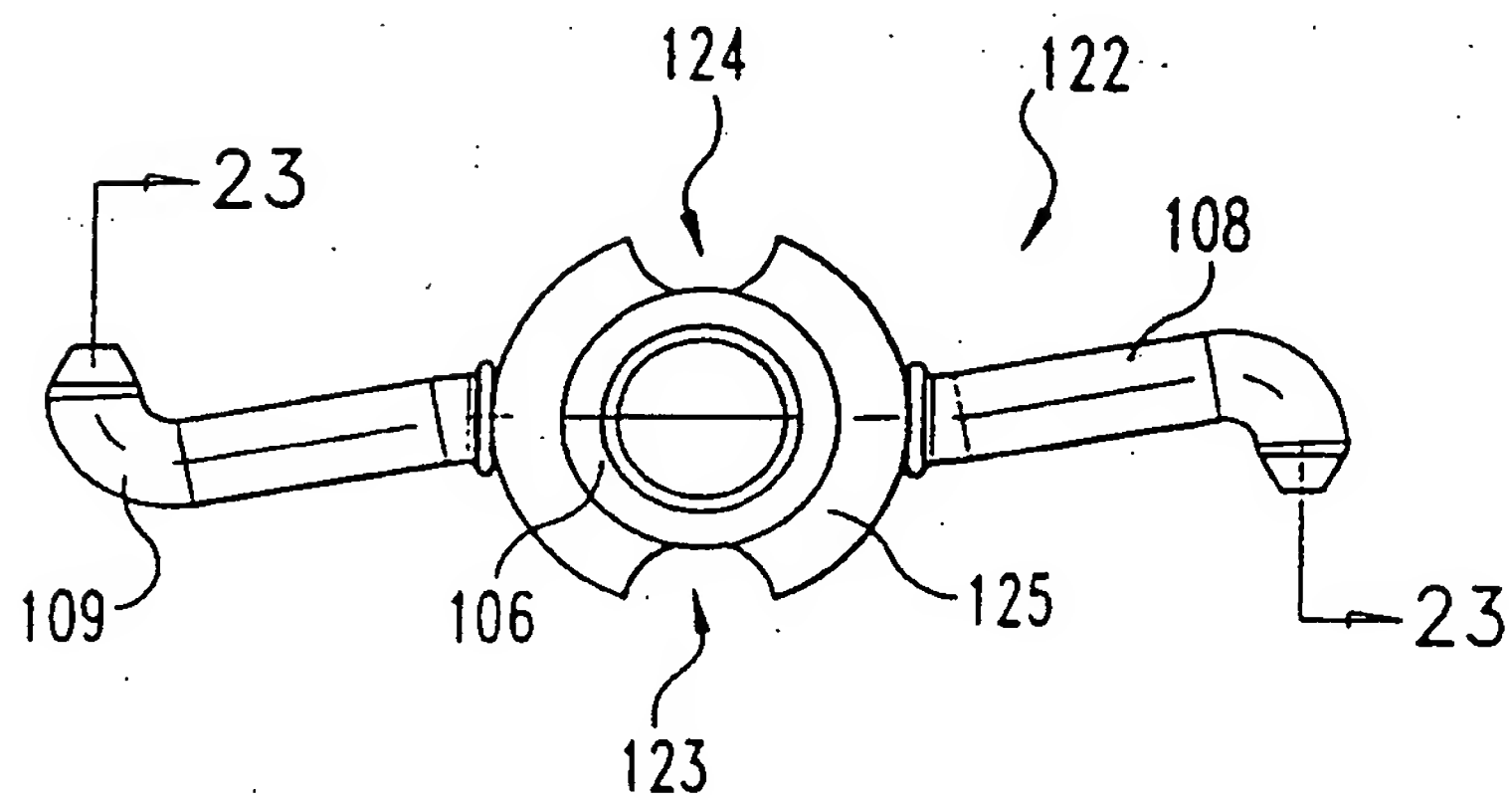


Fig. 22

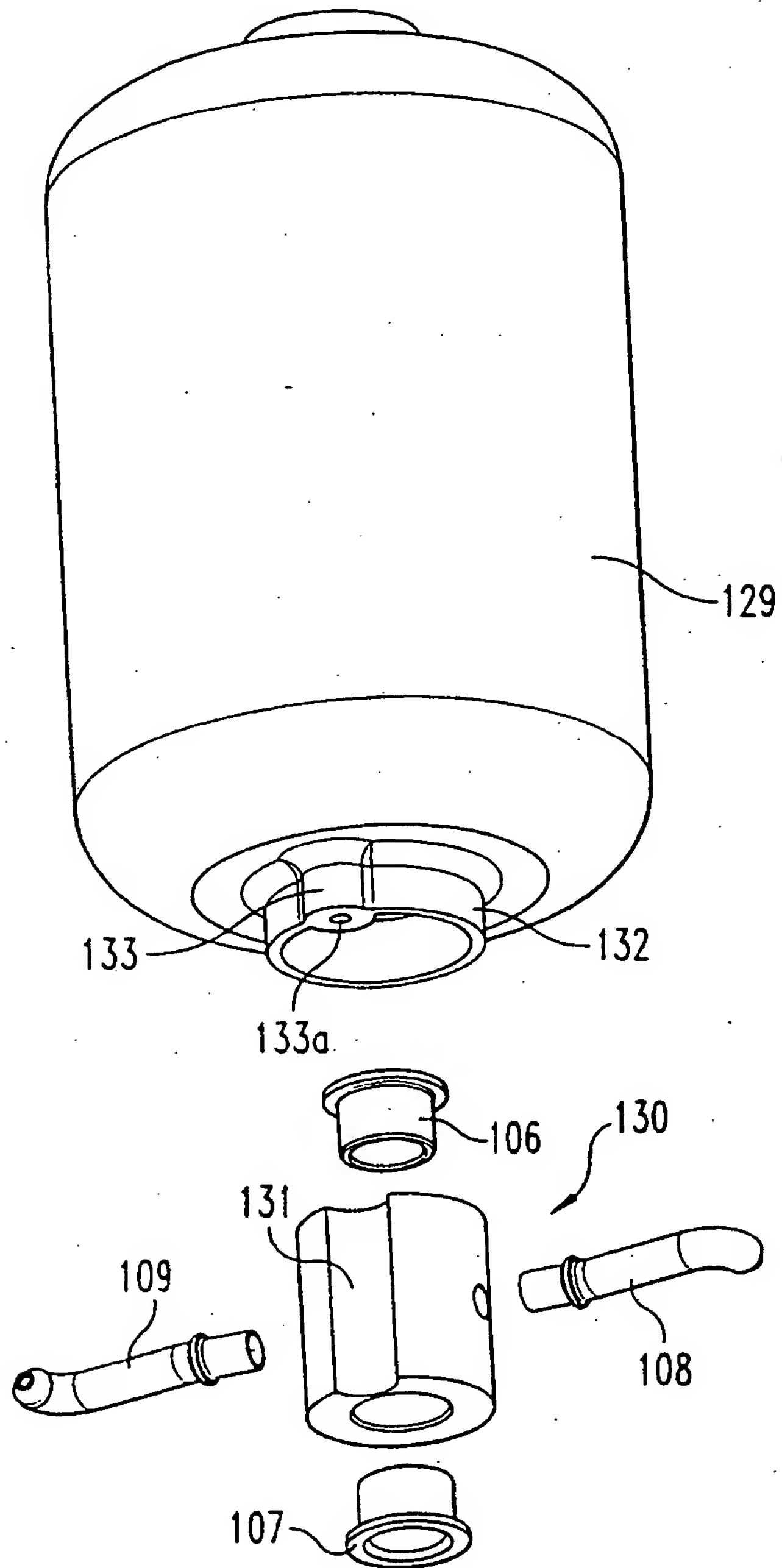


Fig. 26

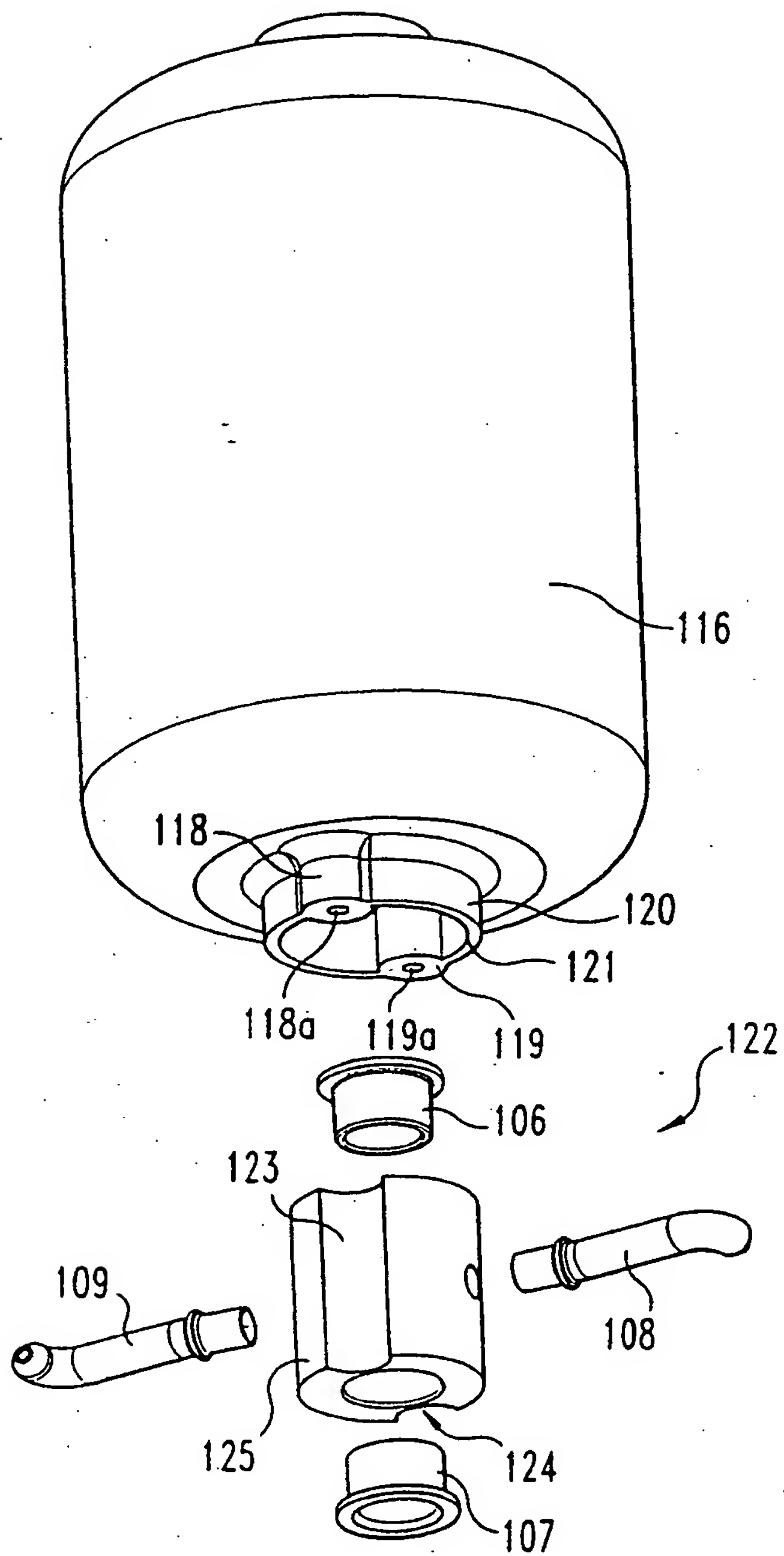


Fig. 25

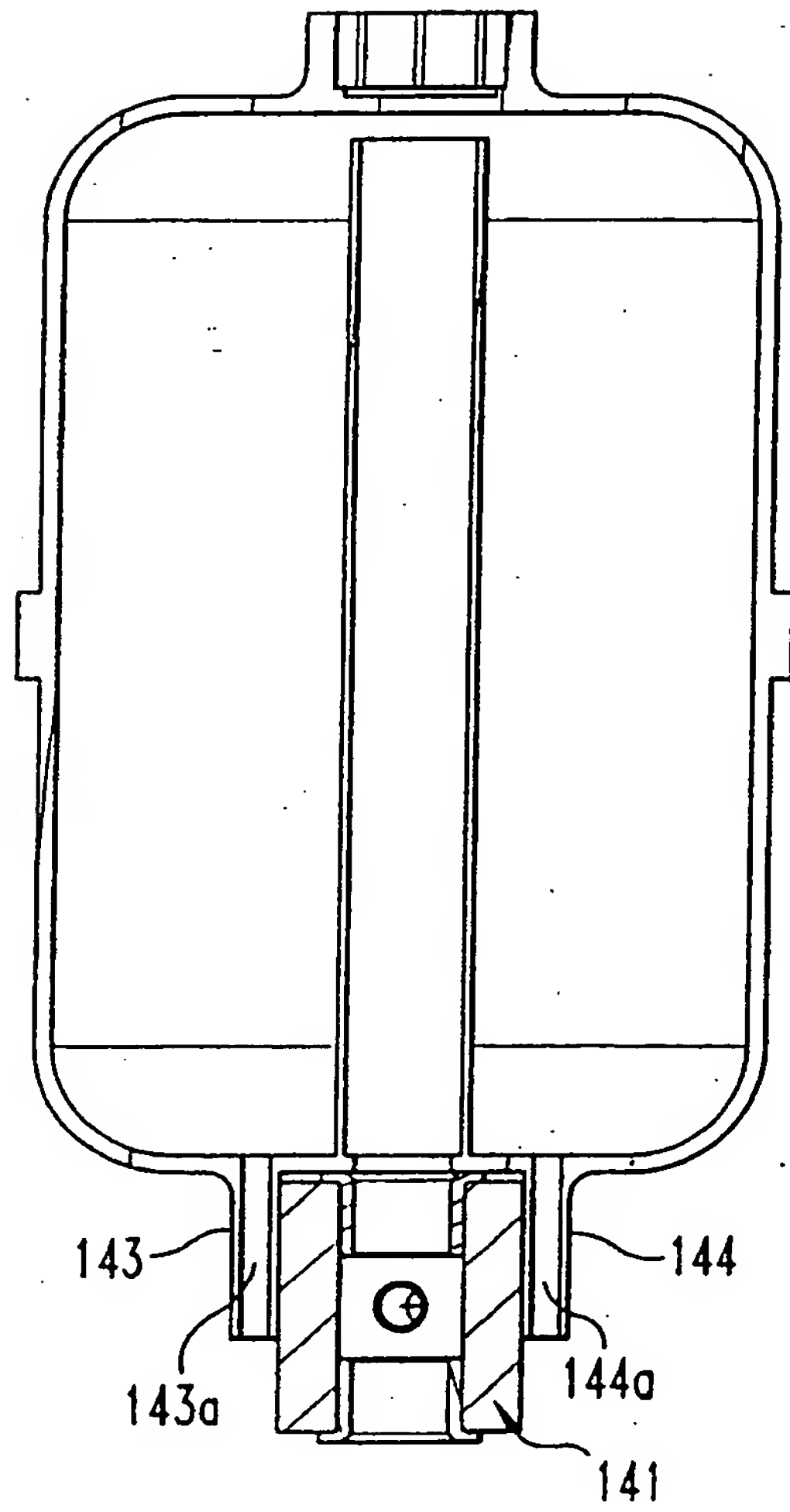


Fig. 28

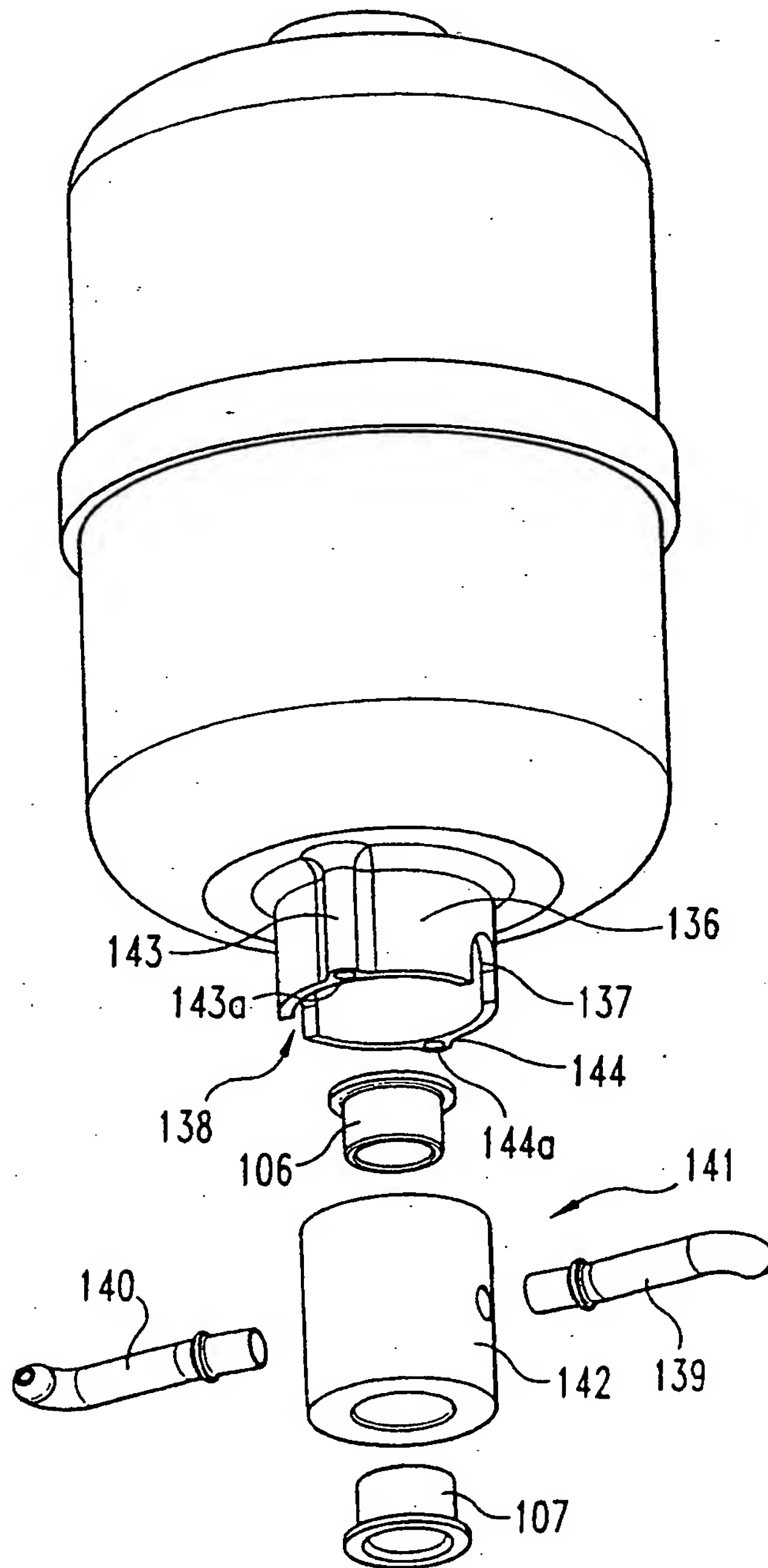


Fig. 27

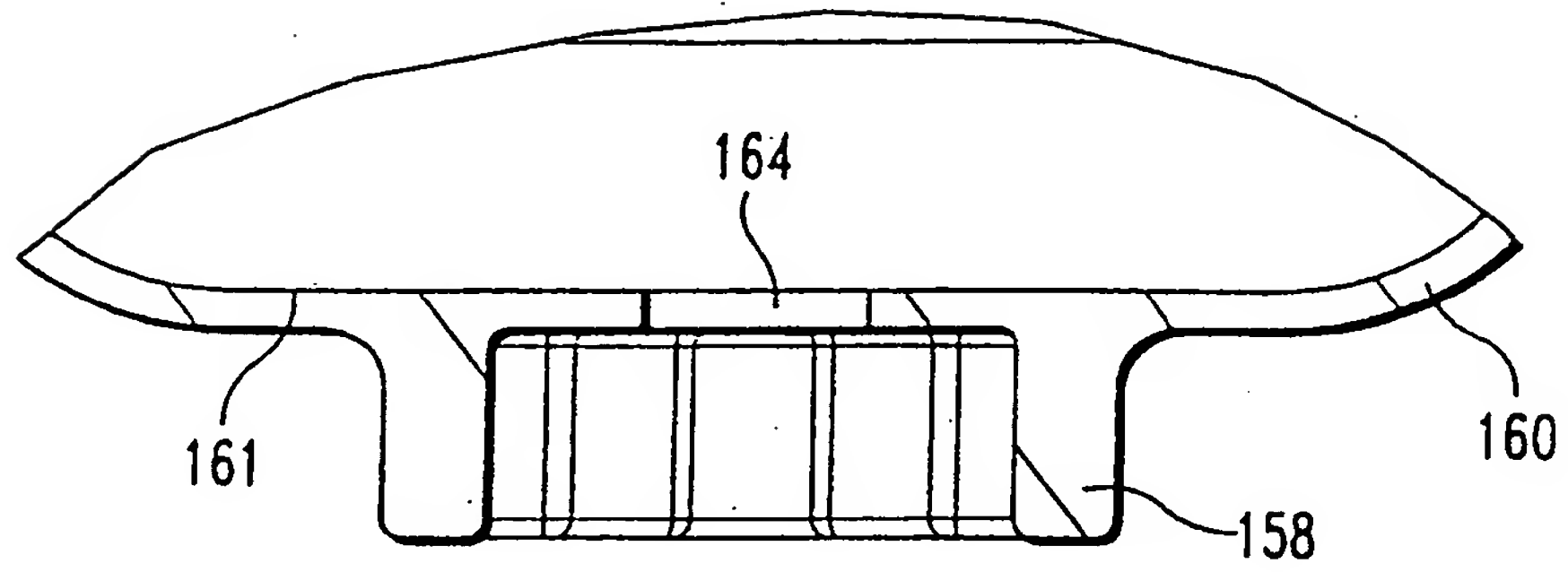


Fig. 31

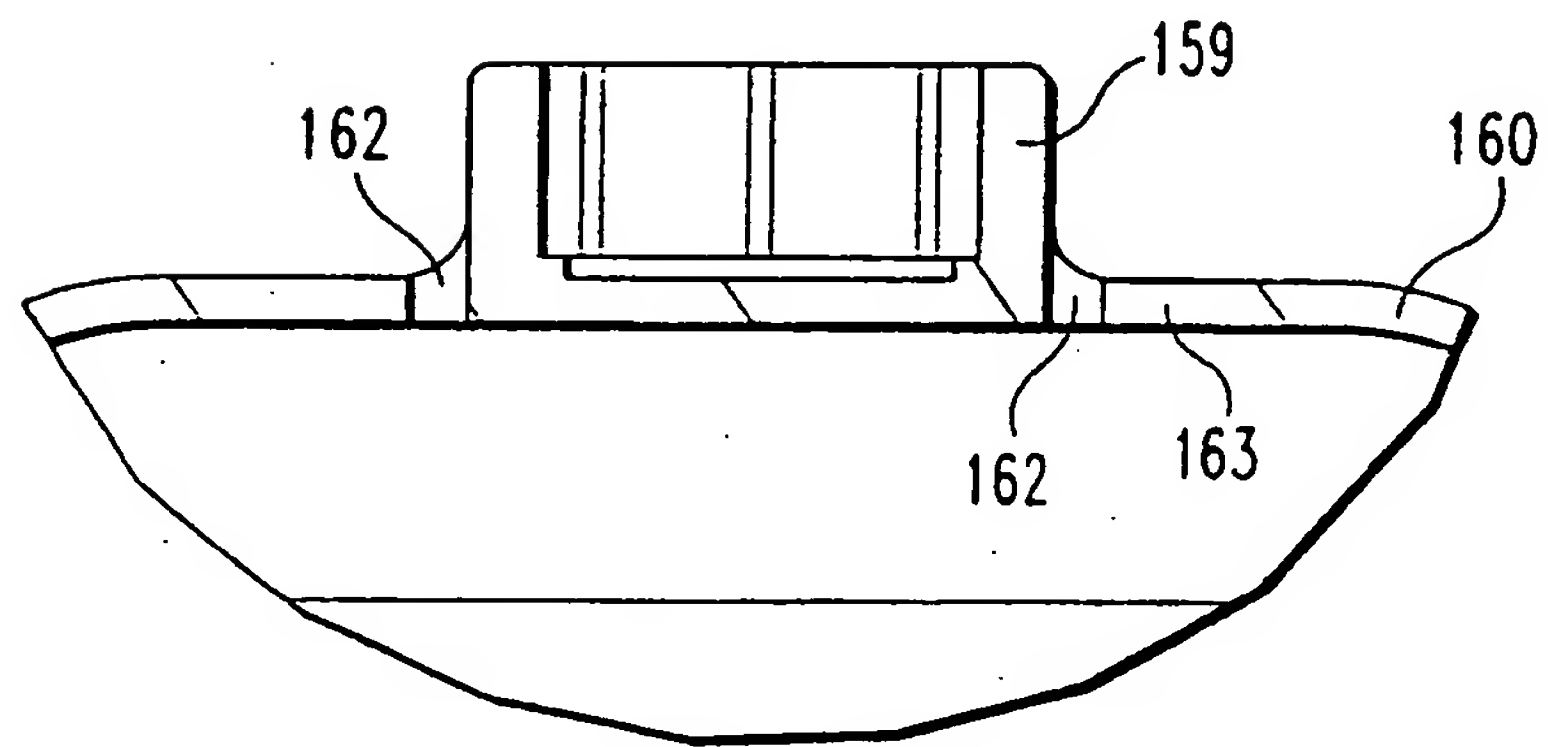


Fig. 32

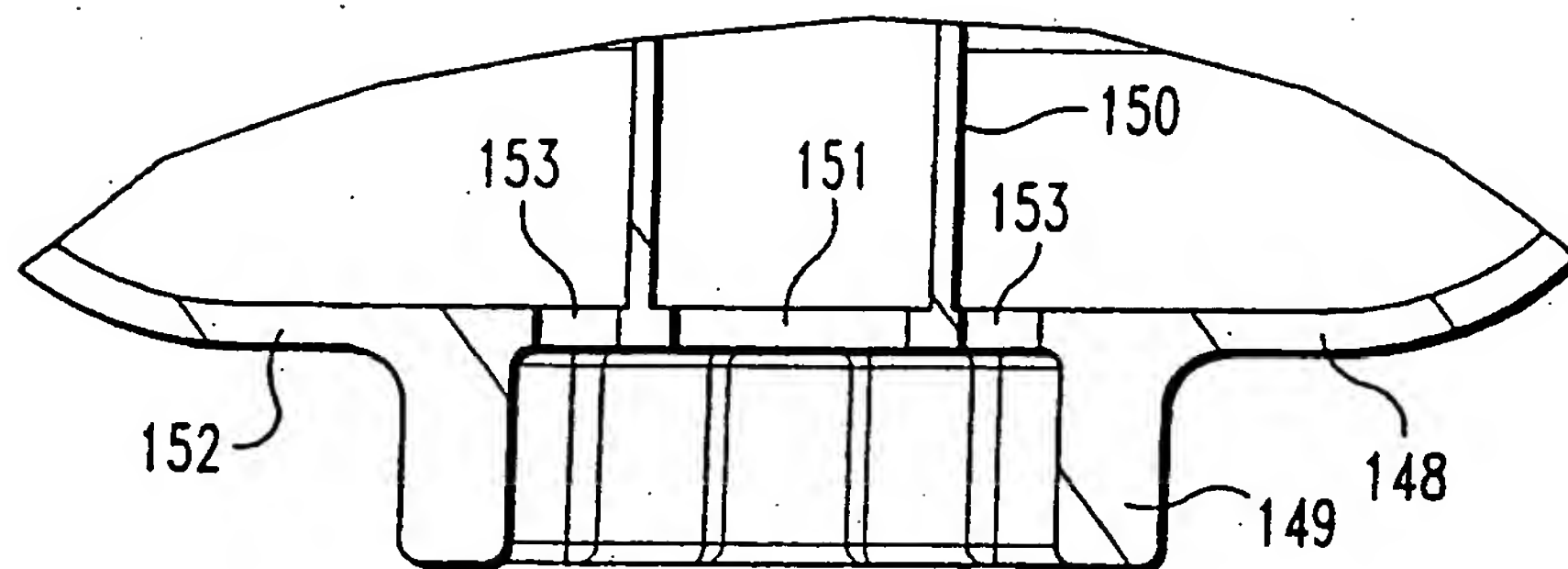


Fig. 29

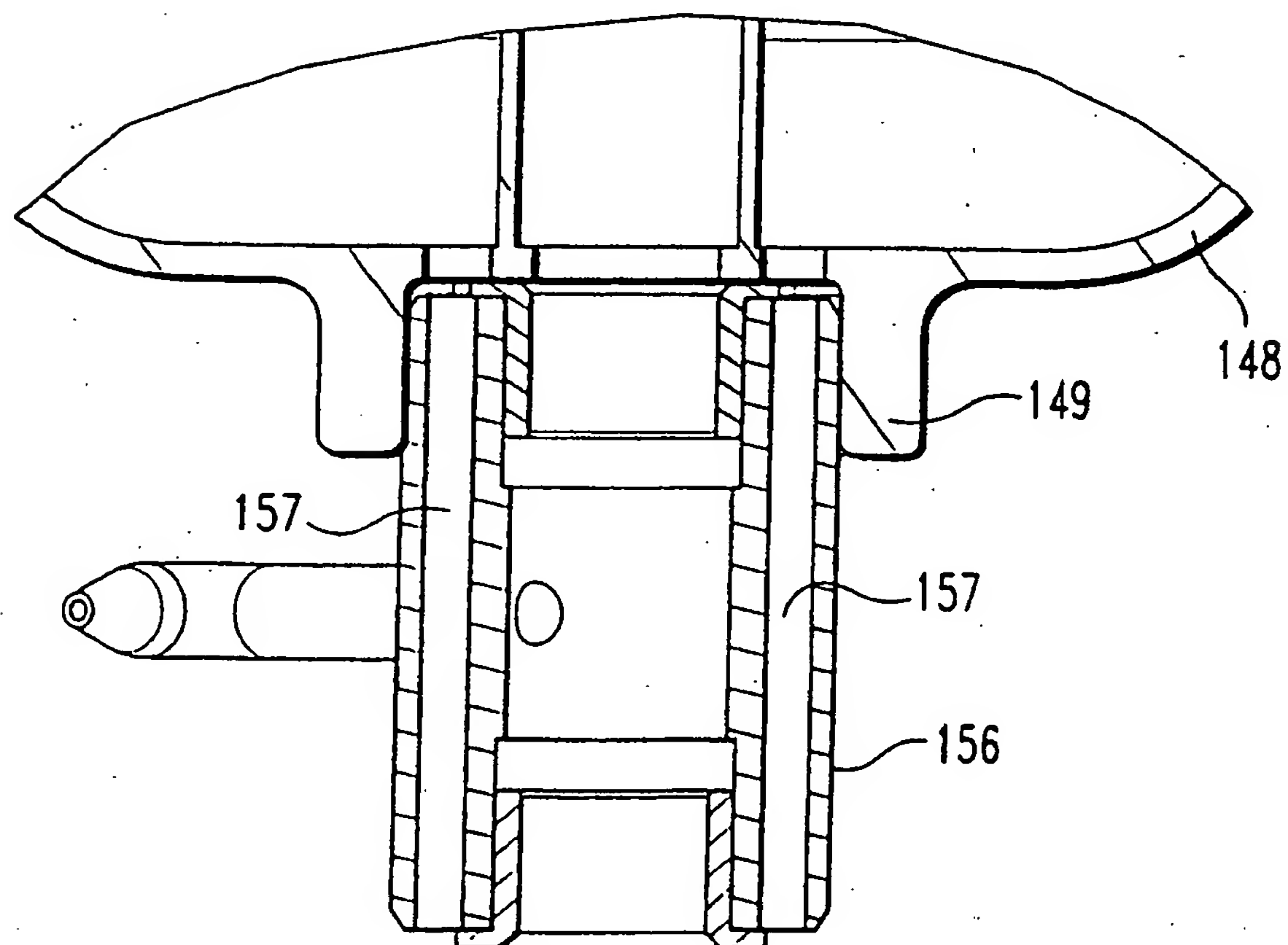


Fig. 30

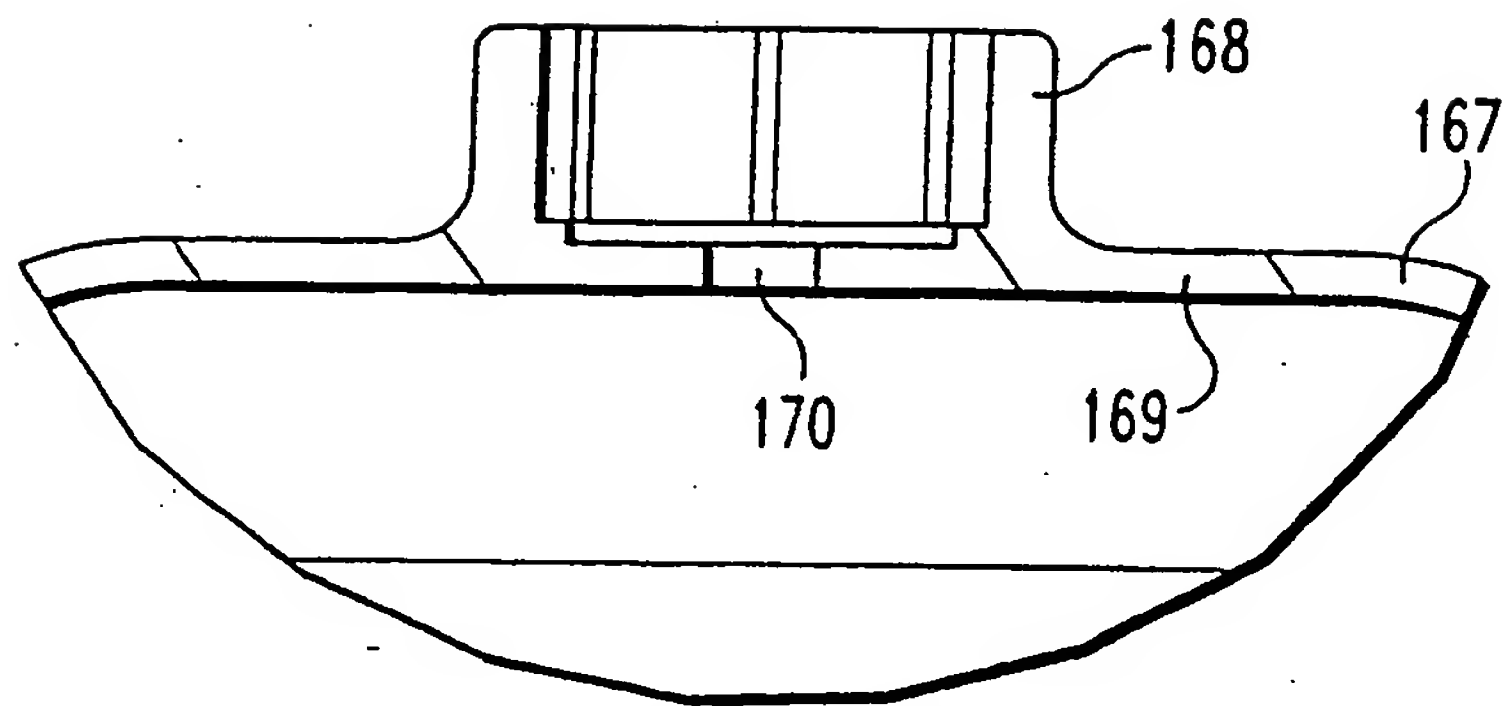


Fig. 33

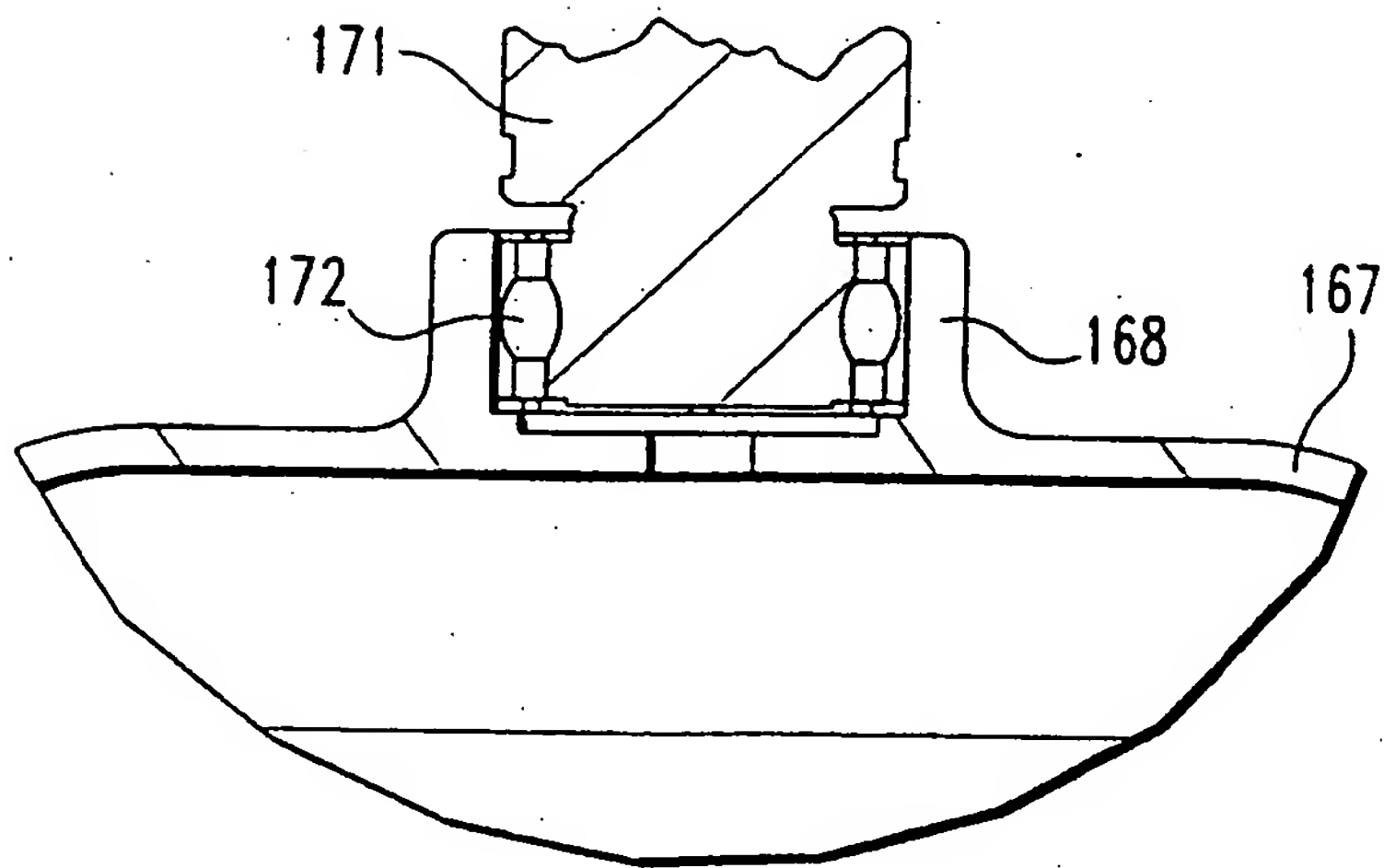


Fig. 34

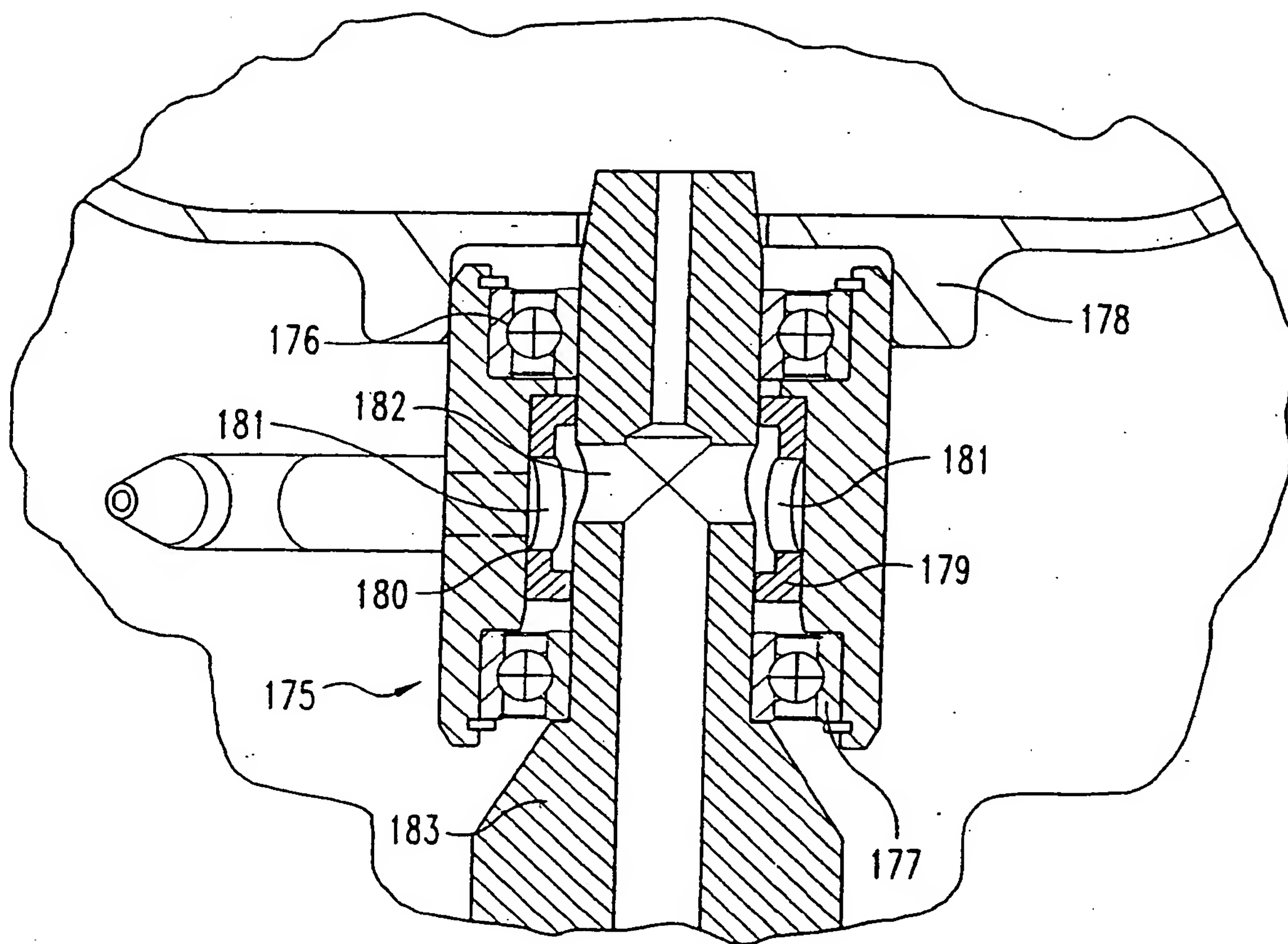


Fig. 35